

**T.C.
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİMDALI**

**EKO TASARIM KAPSAMINDA
BEYAZ EŞYA SEKTÖRÜNE YÖNELİK
ETKİNLİK ANALİZİ ÇALIŞMASI**

Yüksek Lisans Tezi

Ahmet Eren TOPCU

Ankara, 2017

**T.C.
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİMDALI**

**EKO TASARIM KAPSAMINDA
BEYAZ EŞYA SEKTÖRÜNE YÖNELİK
ETKİNLİK ANALİZİ ÇALIŞMASI**

Yüksek Lisans Tezi

Ahmet Eren TOPCU

Tez Danışmanı

Prof. Dr. Fazıl GÖKGÖZ

Ankara, 2017

T.C.
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİMDALI

**EKO TASARIM KAPSAMINDA
BEYAZ EŞYA SEKTÖRÜNE YÖNELİK
ETKİNLİK ANALİZİ ÇALIŞMASI**

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Fazıl GÖKGÖZ

Tez Jürisi Üyeleri

Adı ve Soyadı

İmzası

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Tez Sınavı Tarihi: 18/01/2017

ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Bu belge ile bu tezdeki bütün bilgilerin akademik kurallara ve etik davranış ilkelerine uygun olarak toplanıp sunulduğunu beyan ederim. Bu kural ve ilkelerin gereği olarak, çalışmada bana ait olmayan tüm veri, düşünce ve sonuçları andığımı ve kaynağını gösterdiğimi ayrıca beyan ederim (18/01/2017).

Ahmet Eren TOPCU

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim süresince bilgi ve birikimiyle hiçbir zaman desteğini esirgemeyen, öğrencilerine her daim içtenlikle zaman ayıran ve çalışmalarına yol gösteren değerli hocam Sayın Prof. Dr. Fazıl GÖKGÖZ'e,

Bugünlere gelmemde her zaman yanımda olan ve manevi desteklerini sürekli hissettiğim sevgili aileme, bu çalışmamda yoğun çalışma temposuna rağmen gösterdiği yardım ve fedakârlıklar dolayısıyla biricik eşime sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	ii
KISALTMALAR	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
TABLolar DİZİNİ	vii
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

BEYAZ EŞYA SEKTÖRÜ VE EKO TASARIM

1.1 Beyaz Eşya Sektörüne Genel Bakış	3
1.1.1 Türkiye’de Beyaz Eşya Sektörü	5
1.2 Eko-Tasarım (Çevreye Duyarlı Tasarım)	8
1.2.1 Tanımı, Amacı ve Hedefi	8
1.2.2 Avrupa Birliği ve Türkiye’de Eko-Tasarım	10
1.2.3 Eko Tasarım – Piyasa Gözetimi ve Denetimi İlişkisi	13
1.2.3.1 Ev Tipi Çamaşır Makinalarıyla İlgili Eko Tasarım Düzenlemeleri	16
1.2.3.2 Ev Tipi Bulaşık Makinalarıyla İlgili Eko Tasarım Düzenlemeleri	21

İKİNCİ BÖLÜM

VERİ ZARFLAMA ANALİZİ

2.1 Etkinlik ve Verimlilik Kavramları	26
2.1.1 Teknik Etkinlik ve Tahsis Etkinliği	27
2.1.2 Toplam Ekonomik Etkinlik ve Ölçek Etkinliği	29
2.2 Veri Zarflama Analizinin Tanımı, Tarihçesi ve Kullanım Alanları	32
2.3 Veri Zarflama Analizinin Uygulama Aşamaları	34

2.3.1 Karar Verme Birimlerinin Seçilmesi.....	34
2.3.2 Girdi ve Çıktıların Seçimi	35
2.3.3 Verilerin Elde Edilmesi ve Görelî Etkinlik Ölçümü.....	36
2.3.4 Sonuçların Değerlendirilmesi.....	37
2.4 Genel VZA Modelleri.....	37
2.4.1 Ölçeğe Göre Sabit Getiri (CCR) Modeli.....	38
2.4.2 Ölçeğe Göre Değişken Getiri (BCC) Modeli	40
2.5 Veri Zarflama Analizinin Güçlü ve Zayıf Yönleri.....	41
2.6 Enerji Etkinliği Alanında Veri Zarflama Analizi Uygulamaları.....	43

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

EV TİPİ ÇAMAŞIR VE BULAŞIK MAKİNALARINA İLİŞKİN VERİ ZARFLAMA ANALİZİ UYGULAMALARI

3.1 Veri, Amaç ve Yöntem.....	50
3.2 Ev Tipi Çamaşır Makinalarının Kaynak Kullanımına Dair VZA Etkinlik Analizleri.....	55
3.2.1 A+ Çamaşır Makinaları VZA Etkinlik Analiz Sonuçları	55
3.2.1.1 CCR Modeli Kaynak Kullanımı Teknik Etkinlik ve Gelişme Oranları Analiz Sonuçları.....	56
3.2.1.2 BCC Modeli Kaynak Kullanımı Saf Teknik Etkinlik ve Gelişme Oranları Analiz Sonuçları....	58
3.2.1.3 Ölçek Etkinliği Analiz Sonuçları.....	59
3.2.2 A++ Çamaşır Makinaları VZA Etkinlik Analiz Sonuçları	60
3.2.2.1 CCR Modeli Kaynak Kullanımı Teknik Etkinlik ve Gelişme Oranları Analiz Sonuçları.....	61
3.2.2.2 BCC Modeli Kaynak Kullanımı Saf Teknik Etkinlik ve Gelişme Oranları Analiz Sonuçları....	63
3.2.2.3 Ölçek Etkinliği Analiz Sonuçları.....	64
3.2.3 A+++ Çamaşır Makinaları VZA Etkinlik Analiz Sonuçları.....	66

3.2.3.1 CCR Modeli Kaynak Kullanımı Teknik Etkinlik ve Gelişme Oranları Analiz Sonuçları.....	66
3.2.3.2 BCC Modeli Kaynak Kullanımı Saf Teknik Etkinlik ve Gelişme Oranları Analiz Sonuçları....	68
3.2.3.3 Ölçek Etkinliği Analiz Sonuçları.....	70
3.2.4 Gruplama Yapılmaksızın Tüm Çamaşır Makinalarının Test Sonucu Değerlerine İlişkin VZA Etkinlik Analiz Sonuçları.....	72
3.2.4.1 Teknik Etkinlik, Saf Teknik Etkinlik ve Ölçek Etkinliği Analiz Sonuçları..	72
3.2.4.2 CCR ve BCC Modellerine Göre Gelişme Oranları Analiz Sonuçları.....	74
3.3 Ev Tipi Bulaşık Makinalarının Kaynak Kullanımına Dair VZA Etkinlik Analizleri.....	76
3.3.1 A+ Bulaşık Makinaları VZA Etkinlik Analiz Sonuçları.....	77
3.3.1.1 CCR Modeli Kaynak Kullanımı Teknik Etkinlik ve Gelişme Oranları Analiz Sonuçları.....	77
3.3.1.2 BCC Modeli Kaynak Kullanımı Saf Teknik Etkinlik ve Gelişme Oranları Analiz Sonuçları....	79
3.3.1.3 Ölçek Etkinliği Analiz Sonuçları.....	82
3.3.2 A++ Bulaşık Makinaları VZA Etkinlik Analiz Sonuçları	83
3.3.2.1 CCR Modeli Kaynak Kullanımı Teknik Etkinlik ve Gelişme Oranları Analiz Sonuçları.....	84
3.3.2.2 BCC Modeli Kaynak Kullanımı Saf Teknik Etkinlik ve Gelişme Oranları Analiz Sonuçları.....	85
3.3.2.3 Ölçek Etkinliği Analiz Sonuçları.....	87
3.3.3 Gruplama Yapılmaksızın Tüm Bulaşık Makinalarının Test Sonucu Değerlerine İlişkin VZA Etkinlik Analiz Sonuçları	88
3.3.3.1 Teknik Etkinlik, Saf Teknik Etkinlik ve Ölçek Etkinliği Analiz Sonuçları..	89
3.3.3.2 CCR ve BCC Modellerine Göre Gelişme Oranları Analiz Sonuçları.....	90
SONUÇ VE DEĞERLENDİRME	93
KAYNAKÇA	101
ÖZET.....	1019
ABSTRACT	101
EK-1	

KISALTMALAR

Kısaltmalar	Açıklaması
AB	Avrupa Birliği
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
BCC	Banker, Charnes, Cooper
CCR	Charnes, Cooper, Rhodes
CRS	Constant Returns to Scale
DEA	Data Envelopment Analysis
GSYİH	Gayri Safi Yurtiçi Hasıla
KVB	Karar Verme Birimi
OECD	Organisation for Economic Cooperation and Development
PGD	Piyasa Gözetim ve Denetimi
TÜRKBESD	Türkiye Beyaz Eşya Sanayicileri Derneği
VRS	Variable Returns to Scale
VZA	Veri Zarflama Analizi

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 1.1 Ev tipi çamaşır makinalarına ilişkin örnek enerji etiketi	20
Şekil 1.2 Ev tipi bulaşık makinalarına ilişkin örnek enerji etiketi	25
Şekil 2.1 Teknik etkinlik ve tahsis etkinliği.....	29
Şekil 2.2 Etkinliğin bileşenleri.....	30
Şekil 2.3 Etkin üretim düzeyi.....	31
Şekil 2.4 VZA modelleri	38

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo

Sayfa

Tablo 1.1 2014-2015 yılları beyaz eşya 6 ana ürün grubu üretim miktarları (adet)	6
Tablo 1.2 2014-2015 yılları beyaz eşya 6 ana ürün grubu yurtiçi satış miktarları(adet)	7
Tablo 1.3 2014-2015 yılları beyaz eşya 6 ana ürün grubu ihracat – ithalat miktarları	8
Tablo 1.4 Ev tipi çamaşır makinaları enerji verimlilik sınıfları.....	18
Tablo 1.5 Ev tipi çamaşır makinalarında PGD doğrulama tolerans değerleri	19
Tablo 1.6 Ev tipi bulaşık makinaları enerji verimlilik sınıfları.....	23
Tablo 1.7 Ev tipi bulaşık makinaları için kirlilik puanı tablosu.....	23
Tablo 1.8 Ev tipi bulaşık makinalarında PGD doğrulama tolerans değerleri	24
Tablo 2.1 Enerji etkinliği alanında veri zarflama analizi uygulamaları.....	43
Tablo 3.1 Enerji verimlilik sınıfına göre gruplanmış çamaşır makinalarına ait veriler	52
Tablo 3.2 Enerji verimlilik sınıfına göre gruplanmış bulaşık makinalarına ait veriler	53
Tablo 3.3 Enerjiyle ilgili kaynak kullanım etkinliği ölçümü için veri zarflama analizinde kullanılan girdi ve çıktı değişkenleri.	55
Tablo 3.4 A+ çamaşır makinalarının enerji etiketi beyanı ve test sonucu kaynak kullanımı değerlerine yönelik etkinlik analizi girdi ve çıktı değişkenlerinin istatistiksel bilgileri	56
Tablo 3.5 A+ çamaşır makinalarının kaynak kullanımının CCR modeli ile elde edilen teknik etkinlik skorları ve gelişme oranları.....	56
Tablo 3.6 A+ çamaşır makinalarının kaynak kullanımının BCC modeli ile elde edilen saf teknik etkinlik skorları ve gelişme oranları	58

Tablo 3.7 A+ çamaşır makinalarının beyan ve test sonucu kaynak kullanımına ilişkin ölçek etkinliği analiz sonuçları	60
Tablo 3.8 A++ çamaşır makinalarının enerji etiketi beyanı ve test sonucu kaynak kullanımı değerlerine yönelik etkinlik analizi girdi ve çıktı değişkenlerinin istatistiksel bilgileri	61
Tablo 3.9 A++ çamaşır makinalarının kaynak kullanımının CCR modeli ile elde edilen teknik etkinlik skorları ve gelişme oranları	61
Tablo 3.10 A++ çamaşır makinalarının kaynak kullanımının BCC modeli ile elde edilen saf teknik etkinlik skorları ve gelişme oranları	63
Tablo 3.11 A++ çamaşır makinalarının beyan ve test sonucu kaynak kullanımına ilişkin ölçek etkinliği analiz sonuçları	65
Tablo 3.12 A+++ çamaşır makinalarının enerji etiketi beyanı ve test sonucu kaynak kullanımı değerlerine yönelik etkinlik analizi girdi ve çıktı değişkenlerinin istatistiksel bilgileri	66
Tablo 3.13 A+++ çamaşır makinalarının kaynak kullanımının CCR modeli ile elde edilen teknik etkinlik skorları ve gelişme oranları	67
Tablo 3.14 A+++ çamaşır makinalarının kaynak kullanımının BCC modeli ile elde edilen saf teknik etkinlik skorları ve gelişme oranları	69
Tablo 3.15 A+++ çamaşır makinalarının beyan ve test sonucu kaynak kullanımına ilişkin ölçek etkinliği analiz sonuçları	71
Tablo 3.16 Test sonucu değerlerine ilişkin gruplama yapılmaksızın tüm çamaşır makinalarının kaynak kullanımı etkinlik analizi girdi ve çıktı değişkenlerinin istatistiksel bilgileri	72
Tablo 3.17 Gruplama yapılmaksızın test sonucu değerlerine göre analiz edilmiş tüm çamaşır makinalarına ait VZA etkinlik skorları	73
Tablo 3.18 Gruplama yapılmaksızın test sonucu değerlerine ilişkin CCR ve BCC modellerine göre analiz edilmiş tüm çamaşır makinalarına ait gelişme oranları	75
Tablo 3.19 A+ bulaşık makinalarının enerji etiketi beyanı ve test sonucu kaynak kullanımı değerlerine yönelik etkinlik analizi girdi ve çıktı değişkenlerinin istatistiksel bilgileri	77
Tablo 3.20 A+ bulaşık makinalarının kaynak kullanımının CCR modeli ile elde edilen teknik etkinlik skorları ve gelişme oranları	78

Tablo 3.21 A+ bulaşık makinalarının kaynak kullanımının BCC modeli ile elde edilen saf teknik etkinlik skorları ve gelişme oranları	80
Tablo 3.22 A+ bulaşık makinalarının beyan ve test sonucu kaynak kullanımına ilişkin ölçek etkinliği analiz sonuçları	82
Tablo 3.23 A++ bulaşık makinalarının enerji etiketi beyanı ve test sonucu kaynak kullanımı değerlerine yönelik etkinlik analizi girdi ve çıktı değişkenlerinin istatistiksel bilgileri	83
Tablo 3.24 A++ bulaşık makinalarının kaynak kullanımının CCR modeli ile elde edilen teknik etkinlik skorları ve gelişme oranları	84
Tablo 3.25 A++ bulaşık makinalarının kaynak kullanımının BCC modeli ile elde edilen saf teknik etkinlik skorları ve gelişme oranları	86
Tablo 3.26 A++ bulaşık makinalarının beyan ve test sonucu kaynak kullanımına ilişkin ölçek etkinliği analiz sonuçları	87
Tablo 3.27 Test sonucu değerlerine ilişkin gruplama yapılmaksızın tüm bulaşık makinalarının kaynak kullanımı etkinlik analizi girdi ve çıktı değişkenlerinin istatistiksel bilgileri	88
Tablo 3.28 Gruplama yapılmaksızın test sonucu değerlerine göre analiz edilmiş tüm bulaşık makinalarına ait VZA etkinlik skorları.....	89
Tablo 3.29 Gruplama yapılmaksızın test sonucu değerlerine göre CCR ve BCC modellerine göre analiz edilmiş tüm bulaşık makinalarına ait gelişme oranları	91

GİRİŞ

Hızla yeni gelişmelerin yaşandığı sanayi, ulaşım, tarım, aydınlatma gibi sektörlerde enerji ile ilgili kaynakların kullanımı da bir o kadar artmaktadır. Küresel iklim değişikliğinin dünyamızı ciddi boyutlarda tehdit etmesi sebebiyle insanlığın bu duruma acil önlemler alması bir zorunluluk haline gelmiştir. Bu kapsamda kaynakların etkin kullanılmasının sağlanması ve doğaya salınan zehirli gazların miktarının azaltılması hedeflenerek birçok uluslararası anlaşma imzalanmaktadır. Ülkeler yapılan anlaşmalarla, belirlenen yıllara kadar kaynak kullanımlarını ve gaz salınımlarını, konulan hedefler doğrultusunda ciddi miktarlarda azaltmayı taahhüt etmektedir.

Ülkemiz açısından değerlendirecek olursak; enerjide yüksek oranda dışa bağımlı olmamız, su kaynaklarımızın gittikçe azalıyor olması, tarafı olduğumuz uluslararası anlaşmalar ve yürütülen AB'ye katılım süreci, kaynakların etkin ve doğa dostu kullanılması konusunda ciddi düzenlemeler yapmamızı zorunlu kılmaktadır.

Bu çalışmanın amacı; ülkemizin AB mevzuatından uyumlaştırdığı eko tasarım düzenlemelerini beyaz eşya sektörü ana ürün gruplarından çamaşır ve bulaşık makineleri bağlamında değerlendirerek, hem ürün hem de sektör bazlı durum tespiti yapmak ve önerilerde bulunmaktır.

Çalışmanın ilk bölümünde; beyaz eşya sektörünün dünyadaki ve ülkemizdeki durumundan kısaca bahsedilerek, eko tasarımın amacı, hedefi, Avrupa ve Türkiye'deki mevcut durumu genel hatlarıyla açıklanmaya çalışılmıştır. Ayrıca

Çalışmanın uygulama kısmında ele alınan beyaz eşya ürünlerinden ev tipi çamaşır ve bulaşık makinalarının eko tasarım gerekleri detaylandırılmıştır.

Çalışmanın ikinci bölümünde; çamaşır ve bulaşık makinalarına yönelik görelî etkinliği belirlemede kullanılacak veri zarflama analizi (VZA) metodu; genel kavramları, güçlü ve zayıf yönleri, uygulama aşamaları ve genel modelleri ile açıklanmaya çalışılmıştır.

Çalışmanın uygulama bölümünde; örneklem kümesi kapsamında dikkate alınan çamaşır ve bulaşık makinalarının ürün grubu bazında, yıllık elektrik enerjisi ve su kullanım miktarlarının girdi olarak, temizleme ve yıkama performanslarının ise çıktı olarak kabul edilmesiyle oluşturulan modellere göre VZA görelî etkinlik analizleri yapılmıştır. Sonuç bölümünde ise görelî etkin çıkmayan ürünler için etkinliklerini yükseltmeye yönelik iyileştirme önerilerinde bulunulmuş, sonuçların piyasa gözetim ve denetim (PGD) faaliyetleri kapsamında yol gösterici olabileceği değerlendirilmiştir.

BİRİNCİ BÖLÜM

1 BEYAZ EŞYA SEKTÖRÜ VE EKO TASARIM

1.1 Beyaz Eşya Sektörüne Genel Bakış

Bazı kaynaklarda dayanıklı tüketim mallarının bazılarında ise elektrikli ev aletlerinin bir kolu olarak değerlendirilen beyaz eşya sektörü, barındırdığı farklı teknolojilerle hem büyük hem de küçük ev aletlerini kapsamaktadır. Bu ürünler; buzdolabı, derin dondurucu, çamaşır makinası, bulaşık makinası, fırın ve kurutucu gibi 6 temel beyaz eşya ürün grubu ile süpürge, tost makinası, robot, meyve presi, blender, mixer gibi küçük ev aletleri ve ayrıca, klima, şofben, termosifon, su arıtma cihazı gibi ürünlerden oluşmaktadır (Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2016).

Beyaz eşya sektörünün başlıca özellikleri arasında; sermaye yoğun bir sektör olması, yürütülen Ar-Ge çalışmaları sebebiyle teknolojinin hızla yayılması ve geniş ürün çeşitliliği sayılabilir. Ayrıca üretim, pazarlama ve Ar-Ge çalışmalarının büyük ölçekli olması sebebiyle sektördeki firmalar arasındaki rekabet oldukça yüksektir.

Bonaglia vd. (2007)'e göre beyaz eşya üreticisi firmalar üç gruba ayrılmaktadır. Dünya genelinde üretim ve satış ağına sahip firmalar ilk grubu oluştururken, ikinci grup kendi ülkeleri ile birlikte yakın pazarlarda bölgesel olarak faaliyet gösteren firmalardan, üçüncü grup ise tek bir ülkede üretim yapan firmalardan oluşmaktadır. İlk gruptaki firmaların büyük bir kısmı gelişmiş ülkelere ait iken gelişmekte olan ülkelere ait firmalar, genellikle ikinci ve üçüncü gruba

girmektedir. Ancak gelişmekte olan ülke firmaları da gelişmiş ülkelerdeki üretim kalitesinde ve daha uygun maliyetle üretim yaparak, üretim ve satış ağlarını dünya geneline yaymaya başlamıştır (zku, 2011).

Gelişmiş lkelerin Ar-Ge faaliyetleri sonucu elde ettikleri bilgileri bir an önce ürünlerine yansıtma istemeleri ve kendilerini koruma refleksleri gibi sebeplerle, beyaz eşya sektöründe şirket birleşmeleri yoğun olarak yaşanmaktadır. Bunun sonucu olarak daha çok beyaz eşya, daha az sayıda şirket tarafından üretilmektedir.

Günümüzde dünya beyaz eşya pazarlarında faaliyet gösteren üretici global şirketlere Haier Grup, Midea Grup, Whirlpool- Philips, Electrolux-Zanussi-White ve General Electric-Hot Point; uluslararası şirketlere Bosch-Siemens, Ariston-Merloni, AEG, Arçelik ve ulusal şirketlere ise Fransa’da Thomson ve İngiltere’de Lec rnek verilebilir (Yaşar, 2010).

Dünya beyaz eşya sektöründeki büyümenin ana sebebi Çin, Hindistan ve Latin Amerika lkelerinde ortaya çıkan taleplerdir. Çin dünyanın en büyük beyaz eşya üreticisi konumundayken, onu dünyanın ikinci, Avrupa’nın ise birinci sırasındaki konumuyla Türkiye izlemektedir. Diğer yandan Amerika, İngiltere, İtalya ve Almanya da küresel bazda rekabet gleri itibariyle oldukça etkili olan pozisyonlarını korumaktadır.

Polonya son yıllarda yüksek ihracat verileri ile dikkat çekmektedir. Bunun en büyük sebebi; ucuz iş gücü, pazarlara ulaşım, hammadde temini, lojistik gibi unsurlar göz önünde bulundurularak 2005’de BSH’ın, 2007’de Electrolux’un, 2009’da Indesit’in Almanya ve İtalya’daki fabrikalarını Polonya’ya taşıması, ayrıca Samsung

ve LG gibi Güney Kore firmalarının üretim üssü olarak Polonya'yı seçmesidir (Öztürk, 2016).

1.1.1 Türkiye’de Beyaz Eşya Sektörü

Günümüzde Türk beyaz eşya sektörü gelişmiş teknolojisi, yenilikçi yapısı, gerçekleştirdiği ihracat, sağladığı istihdam ve dolaylı olarak etkilediği sektörler ile Türkiye ekonomisinin önde gelen dinamik sektörleri arasında yer almaktadır. Sektör yıllık 25 milyon adet üretim kapasitesi ile Avrupa’nın en büyük üretim merkezidir (Öztürk, 2016).

Ülkemizde beyaz eşya sektörü adına ilk hamle 1950’li yılların sonlarında atılmıştır. 1959’da çamaşır makinası, 1960’ta buzdolabı, 1963’te fırın ve 1965’te elektrik süpürgesi ve yarı otomatik çamaşır makinası üretilmiştir. 1970’li yıllara kadar daha çok montaj üzerine devam eden üretim, özellikle 1996 yılında imzalanan Gümrük Birliği Anlaşması ile büyük ölçüde değişim göstermiştir. Sektörün Avrupalı rakipleriyle karşılaştığı güçlü rekabet ortamında üretim teknolojilerini yenilemesi ve ürün çeşitliliğini artırarak ve Ar-Ge çalışmalarına önem vererek lisanslı ürünler üretmesi, global piyasada yer edinmesini sağlamıştır. Avrupa ve ABD standartlarda yapılan üretim sayesinde sektör ABD, AB, Rusya, Çin, Orta Doğu ve Kuzey Afrika pazarlarına girebilmiştir. (Yaşar, 2010).

Ülkemizde beyaz eşya sektörü; yenilikçi yapısı ve yürüttüğü Ar-Ge çalışmaları sonucu elde ettiği bilgi birikimiyle doğru orantılı olarak en çok patent başvurusu yapılan sektörlerden birisidir. 2016 yılı verilerine göre, ülkemizde

dayanıklı tüketim malları alanında 10 adet özel sektör Ar-Ge merkezi faaliyet göstermektedir (BSTB, 2016).

Türkiye'nin 2014-2015 yılı beyaz eşya 6 ana ürün grubu üretim adet miktarları şu şekildedir:

Tablo 1.1 2014-2015 yılları beyaz eşya 6 ana ürün grubu üretim miktarları (adet)

Ürün	2014	2015	Yıllık değişim (%)
Buzdolabı	6.658.866	6.833.284	2,6
Derin Dondurucu	963.064	1.037.973	7,8
Çamaşır Makinası	6.307.848	7.466.366	18,4
Bulaşık Makinası	3.483.152	3.608.652	3,6
Kurutucu	935.908	1.250.929	33,6
Fırın	4.247.037	4.365.929	2,8
Genel Toplam	22.595.875	24.563.133	8,7

(Kaynak: TÜRKBESD)

2015 yılında Türkiye’de beyaz eşya 6 ana ürün üretimi bir önceki yıla kıyasla yüzde %8,7 artarak 24 milyon 563 bin 133 adede ulaşmıştır. Ürün bazında en fazla üretim çamaşır makinalarında olurken, oransal olarak en yüksek artış kurutucularda olmuştur.

Bugün beyaz eşya sektöründe yerli sermayeli olarak; Arçelik A.Ş. (Arçelik, Beko, Altus, Grundig, Flavel) ve Vestel A.Ş. (Vestel, Vestfrost, Regal, Finlux, Seg, Nexon, Sharp); yabancı sermayeli olarak da Alman BSH (Bosch, Siemens, Profilo, Gaggenau), İtalyan Indesit, Ariston ve Candy şirketleri yerleşik tesisleriyle üretim yapmaktadır. Bu şirketler beyaz eşya ana ürünlerinde iç piyasa talebinin yaklaşık % 90’ını karşılamaktadır (BSTB, 2016).

İstanbul Sanayi Odası (İSO)'nun 2015 yılı 500 büyük sanayi kuruluşu listesine göre; Türkiye’de faaliyet gösteren Arçelik, Vestel ve BSH firmaları ilk 30 içerisinde yer alırken, dayanıklı tüketim malları alanında üretim yapan 7 firma ilk 500 listesinde bulunmaktadır.

Ülkemizde artan şehirleşme oranı ve genç nüfus sebebiyle iç piyasada beyaz eşya sektöründe önemli satış rakamlarına ulaşılmıştır. Ayrıca üretimin yaklaşık %70’i Avrupa ülkeleri, komşu ülkeler ve Afrika gibi piyasalara ihraç edilmektedir. 2015 yılında sektör 6 ana ürün grubunda yaklaşık olarak 3 milyar dolarlık ihracat gerçekleştirmiştir (Öztürk, 2016).

2014-2015 yıllarında beyaz eşya sektörünün 6 ana ürün grubunda yurtiçi satış, ihracat ve ithalat ürün adet değerleri şu şekildedir:

Tablo 1.2 2014-2015 yılları beyaz eşya 6 ana ürün grubu yurtiçi satış miktarları(adet)

Ürün	2014	2015	Yıllık değişim (%)
Buzdolabı	1.907.562	1.976.199	3,6
Derin Dondurucu	535.329	571.160	6,7
Çamaşır Makinası	1.896.527	2.026.292	6,8
Bulaşık Makinası	1.435.005	1.483.435	3,4
Kurutucu	64.385	81.734	26,9
Fırın	867.629	951.231	9,6
Genel Toplam	6.706.437	7.090.051	5,7

(Kaynak: TÜRKBESD)

Yurtiçi beyaz eşya satışları 2015 yılında bir önceki yıla göre %5,7 artarak yaklaşık 7 milyon adede ulaşmıştır. En fazla satış miktarı çamaşır makinasında olurken en hızlı artış kurutucularda olmuştur

Tablo 1.3 2014-2015 yılları beyaz eşya 6 ana ürün grubu ihracat – ithalat miktarları

Ürün	İhracat (adet)			İthalat (adet)		
	2014	2015	Yıllık değişim (%)	2014	2015	Yıllık değişim (%)
Buzdolabı	4.723.616	4.736.172	0,3	83.244	98.323	18,1
Derin Dondurucu	847.071	849.286	0,3	228.365	314.574	37,8
Çamaşır Makinası	4.766.886	5.600.506	17,5	270.945	291.861	7,7
Bulaşık Makinası	2.188.779	2.255.847	3,1	143.233	145.679	1,7
Kurutucu	909.299	1.180.833	29,9	19.713	29.465	49,5
Fırın	3.467.949	3.459.846	-0,2	70.057	61.787	-11,8
Genel Toplam	16.903.600	18.082.490	7,0	820.557	941.689	14,8

(Kaynak: TÜRKBESD)

2015 yılında ihracat bir önceki yıla göre %7 artarken, ithalattaki artış %14,8'dir. İhracattaki en büyük artışın çamaşır makinasında olduğu 2015 yılında en çok derin dondurucunun ithal edildiği görülmektedir.

1.2 Eko Tasarım (Çevreye Duyarlı Tasarım)

1.2.1 Tanımı, Amacı ve Hedefi

Geçmişte ürünlerin tasarımı yapılırken kullanılan hammaddenin, ürünün kullanımının ve ürünün kullanım sonrasındaki atık halinin çevreye olan etkileri üzerinde durulmazdı. Ancak sanayileşme arttıkça giderek artan çevre kirliliğine ve bununla birlikte azalan doğal kaynaklara neden olan sorunları araştırarak çözüm bulma zorunluluğu yavaş yavaş bir dünya gerçeği olarak kabul edildi.

Sanayileşmenin getirdiği çevresel sorunlarla ilgili olarak günümüze kadar zamanla geliştirilen çalışmalar sonucunda “kaynakların verimli kullanımı”, “temiz

Üretim” gibi yaklaşımlarla hammadde, enerji ve su girdilerinde önemli tasarruflar sağlanabildiği anlaşıldı (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2011).

Bugün artık bir üründen beklenen performans, işlevsellik ve estetikle sınırlı değildir. Bir rn bir defa pazara sürüldüğünde onun çevre üzerindeki etkisi önlenemez olur. Bir ürünü üretmek için kullanılan hammadde, ürünün enerji kullanım seviyesi, ürünün kullanım ömrü ve kullanım ömrünü tamamladıktan sonra bertarafı gibi unsurlar, ürün üretilip piyasaya sürüldükten sonra artık kontrol edilemez. Bu unsurların kontrolü, bütün bunların ancak ürünün tasarım sürecinde planlanması ile mümkün olabilmektedir. Bir üründen kaynaklanan çevresel etkilerin % 80’inden fazlası ürünün tasarım aşamasında belirlenebilir. Böylece hem üründen kaynaklanabilecek çevresel etkiler minimize edilir hem de süreç daha etkin ve verimli yönetilerek daha ekonomik olması sağlanabilir. Bu nedenle ‘Eko’ n takısının hem ekonomi ve hem de ekoloji sözcüklerinin kısaltmasını ifade ettiğini söylemek mümkündür (Schischke vd., <http://www.ecodesignarc.info/>). Dilimizde eko tasarım kelimesinin karşılığı olarak, ‘evreye duyarlı tasarım’ ifadesi de kullanılmaktadır.

Dolayısıyla eko tasarım, üretilmesi planlanan ürün için gerekli olan hammaddenin elde edilmesinden, fonksiyonel bir ürüne dönüştürülmesine ve kullanım ömrünü tamamladıktan sonra bertaraf edilmesine kadarki tüm süreçleri içine alan ürünün yaşam döngüsünün (life cycle) düşünülmesi ve yaşam döngüsü yaklaşımının tasarıma sistematik bir şekilde dahil edilmesidir. Eko tasarım, daha kısa deyişle, ürünlerin tasarım ve ürün geliştirme süreçlerine ekonomik ve ekolojik parametrelerin entegre edilmesi olarak ifade edilebilir. Gerçekte eko tasarım,

alternatif sistemler, teknolojiler ve üretim stratejileri araştırmak için canlı bir yaratıcılık becerisi olarak nitelenebilir (Barbero vd., 2009).

Ürünün yaşam döngüsü; hammadde temini ve kullanımı, imalat, ambalajlama, taşıma, dağıtım, kurulum ve bakım, kullanım ve ömür sonu gibi evrelerin tümünü içerir. Tüm bu evreler ile ilgili malzemelerin, enerjinin ve temiz su gibi diğerkaynakların tahmini tüketimi, havaya, suya ve toprağıayapılan tahmini emisyon, gürültü, titreşim, radyasyon, elektromanyetik alanlar gibi fiziksel etkenler nedeniyle oluşacağı tahmin edilen kirlilik, oluşması beklenen atık miktarı ve yeniden kullanım, geri dönüşüm ve malzemenin veya enerjinin geri kazanım olanakları gibi çevresel boyutlar değerlendirilir.¹

1.2.2 Avrupa Birliğı ve Türkiye’de Eko Tasarım

Avrupa Birliğı’nde; ürünlerin enerjiyi verimsiz kullanması, hem enerjide dışa bağımlı olan AB’nin GSYH’sinden enerjiye ayrılan payı arttırmakta hem de sürdürülebilir bir büyüme için çeşitli hedefler koyan ve bu yönde politikalar oluşturan AB’nin bu hedeflerine ulaşmasına engel olmaktadır. Bununla birlikte, özellikle ısıtma, soğutma ve aydınlatma gibi faaliyetlerde kullanılan ürünlerin verimsiz olması artan enerji tüketimi ile birlikte çeşitli çevre sorunlarını da beraberinde getirmektedir. Zira yapılan araştırmalar ve incelemeler, Avrupa enerjisinin % 20’sinin verimsizlikten dolayı harcandığını ortaya koymuştur.

¹ Enerji ile İlgili Ürünlerin Çevreye Duyarlı Tasarımına İlişkin Yönetmelik

AB'nin, "sürdürülebilir büyüme" adını verdiği, daha verimli kaynak kullanan, yeşil ve rekabet edebilir bir ekonomi önceliği kapsamında; 2020 yılı için sıralanan AB ekonomik hedeflerinden bir parçası da 2020 yılına kadar enerji verimliliğini %20 oranında artırmaktır. Hesaplamalara göre gerekli çalışmaların yapılması halinde Avrupa'nın, 2020 yılına kadar yıllık 100 milyar Euro tasarruf ve 780 milyon ton CO₂ azaltım potansiyeli bulunmaktadır (Avrupa Birliği Bakanlığı, 2010). Bu durumun farkında olan AB, ürünlerin çevresel etkilerini azaltmak ve ürünler üretilirken çevresel kaygıların göz önünde bulundurulmasını sağlamak amacıyla yasal düzenlemeler yapma ihtiyacı duymuştur.

Avrupa Komisyonu Temmuz 2005'te 2005/32/EC sayılı Enerji Kullanan Ürünlerin (EuPs) Eko Tasarım Gereklerine Dair Direktifini (kısaca Eko Tasarım Direktifi) kabul etmiştir. Direktif, ürünlerin yaşam döngülerindeki bütün süreçlerde (hammaddenin elde edilmesinden, ürünün kullanım ömrü sonunda bertarafına kadar) çevresel koşulları ürünün tasarım aşamasına dahil ederek ve ürünlerin çevresel performanslarını geliştirerek çevreye duyarlı ürünlerin AB pazarında serbest dolaşımını amaçlayan çerçeve bir direktiftir. Ürünler için çevreye duyarlı tasarım gerekleri olan enerji tüketimlerini, su ve diğer kaynak tüketimlerini, atık üretimini, yaşam süreleri gibi çevresel etkileri minimize etmeyi amaçlayan gerekleri belirlemekte olan bu düzenleme, enerji kullanan ürünlere yönelik spesifik çevreye duyarlı tasarım şartlarını içermemektedir. Direktifin uygulanması Avrupa Komisyonu tarafından hazırlanan ve uygulamaya alınan uygulama tebliğleri (regülasyonlar) ile sağlanmaktadır. Bu uygulama tebliğleri ürünlerin uyması gereken şartları detaylı bir şekilde ele almakta ve her bir ürün ve ürün grubu için özel olarak

yayımlanmaktadır. Ürünlerin AB pazarında serbest dolaşıma girebilmesi için bu uygulama tebliğlerinde yer alan asgari gerekleri sağlaması zorunludur.²

Daha sonra bu Direktifin kapsamı, hem enerji kullanan hem de enerji tüketimini doğrudan ya da dolaylı olarak etkileyen ürünleri de kapsayacak şekilde genişletilmiş ve 2009 yılında 2009/125/EC sayılı ‘Enerji İle İlgili Ürünlerin Eko Tasarım Direktifi’ yayımlanmıştır. Bu çerçevede Direktifle birlikte artık elektrikli ev aletlerinin yanı sıra, doğal gaz ve su gibi diğer hayati kaynakları tüketen ürünler, yapı malzemeleri ve hatta deterjanlar gibi, enerji ve kaynak tüketimini doğrudan ya da dolaylı olarak etkileyen birçok ürün eko tasarım düzenlemeleri kapsamına alınmıştır.³ Böylece, daha önce büyük ölçüde ürün güvenliğine odaklanan teknik mevzuata, sayısı her geçen gün artan verimlilik mevzuatı da eklenerek, ürün güvenliği kadar önemli bir yer tutar hale gelmiştir (Demircioğlu ve Tokur, 2013).

Eko Tasarım Direktifinde belirtilen gereklerin tamamlanması amacıyla zorunlu etiketleme gereklerini düzenleyen⁴ 2010/30/EU sayılı ‘Ürünlerin Enerji ve Diğer Kaynak Tüketimlerinin Etiketleme ve Standart Ürün Bilgileri Yoluyla Gösterilmesi Hakkında Direktif (Enerji Etiketlemesi Direktifi)’⁵ ise 2010 yılında yürürlüğe girmiş olan diğer bir çerçeve düzenlemedir. Bu Direktifin amacı; ürünler

² Directive 2005/32/EC of the European Parliament and of the Council. Avrupa Birliği Resmi Gazetesi, Tarih: 22/7/2005, Sayı: L191

³ Directive 2009/125/EC of the European Parliament and of the Council. Avrupa Birliği Resmi Gazetesi, Tarih: 31/10/2009, Sayı: L285

⁴ http://ec.europa.eu/growth/industry/sustainability/ecodesign_en

⁵ Directive 2010/30/EU of the European Parliament and of the Council. Avrupa Birliği Resmi Gazetesi, Tarih: 18/06/2010, Sayı: L153

üzerindeki etiketler vasıtasıyla bilgi edinen tüketicileri verimli ürünleri satın almaya teşvik etmek için enerji ile ilgili ürünlerin etiketlenmesiyle ilgili kuralları ve performans standartlarını belirlemektir.

Türkiye’de, Eko Tasarım Direktifi (2009/125/EC) ülkemiz ile AB arasında tesis edilen Gümrük Birliği uyarınca, AB teknik mevzuat uyumu kapsamında ‘Enerji ile İlgili Ürünlerin Çevreye Duyarlı Tasarımına İlişkin Yönetmelik (2009/125/AT)’ olarak uyumlaştırılmış ve 7/10/2010 tarihli ve 27722 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Bu Yönetmeliğin amacı; enerji ile ilgili ürünlerin piyasaya arz edilebilmesi veya hizmete sunulabilmesi için, bu ürünlerin tasarımında uyulması zorunlu olan şartların çerçevesini belirlemek suretiyle enerji verimliliğini, çevre koruma düzeyini ve enerji arz güvenliğini artırarak sürdürülebilir kalkınmaya katkıda bulunmaktır.

Yine ülkemizde ‘Ürünlerin Enerji ve Diğer Kaynak Tüketimlerinin Etiketleme ve Standart Ürün Bilgileri Yoluyla Gösterilmesi Hakkında Yönetmelik (Enerji Etiketlemesi Yönetmeliği) (2010/30/AB)’ 12/9/2011 tarihli ve 28130 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir.

1.2.3 Eko Tasarım – Piyasa Gözetimi ve Denetimi İlişkisi

Piyasa gözetimi ve denetimi (PGD), 4703 sayılı Ürünlere İlişkin Teknik Mevzuatın Hazırlanması ve Uygulanmasına Dair Kanunda, “Ürüne ilişkin teknik mevzuat hazırlamaya ve yürütmeye yasal olarak yetkili bulunan ve bu Kanun hükümlerini kendi görev alanına giren ürünler itibariyle uygulayacak olan kamu

kurum ve kuruluşları tarafından, ürünün piyasaya arzı veya dağıtımı aşamasında veya ürün piyasada iken ilgili teknik düzenlemeye uygun olarak üretilip üretilmediğinin, güvenli olup olmadığının denetlenmesi veya denetlettirilmesi olarak tanımlanmıştır.⁶

PGD'nin temel amacı, piyasada sadece güvenli ürünlerin yer almasını sağlamak için piyasaya arz edilen ürünlerin ilgili olduğu düzenlemelere uygun olarak üretilip üretilmediğini, güvenli olup olmadığını izlemek ve tespit etmek ve bu amacın gerçekleşmesi için ilgili mevzuat hükümlerinin uygulanmasını sağlamaktır. Böylece, ilgili mevzuat hükümlerini karşılamayan ürünlerden kaynaklanan zararlar ortadan kaldırılarak, insan can ve mal güvenliğini sağlamanın yanı sıra bitkilerin, hayvanların ve çevrenin korunması, diğer iktisadi aktörlerin haksız rekabete karşı korunması sağlanır (Gökçe, 2014).

Piyasa gözetimi ve denetimi; başka test, muayene ve/veya belgelendirme kuruluşlarının imkânlarından yararlanılsa bile sadece yetkili kamu kuruluşunun etkin bir şekilde faaliyet gösterdiği bir süreçtir (BSTB, 2014). Bu süreçte genel olarak şu adımlar izlenmektedir:

- İlgili kamu kuruluşu tarafından denetimin gerçekleştirileceği firmaların, ürün gruplarının ve risk faktörlerinin önceliklendirildiği bir stratejik planlama yapılması,
- Denetim planı çerçevesinde işaret ve belgelerin kontrol edilmesi,

⁶ 29/6/2001 tarihli ve 4703 sayılı Ürünlere İlişkin Teknik Mevzuatın Hazırlanması ve Uygulanmasına Dair Kanun m. 3/1 (s)

- Gerektiğinde üründen numuneler alınması ve numunelerin laboratuvar analizine tabi tutulması,

- Yapılan denetim sonucunda ürünün güvenli olmadığı yönünde karar alınması durumunda; ürüne yönelik gerekli tedbirler alınarak ilgili taraflar hakkında gerekli müeyyidelerin uygulanması ve bu tedbirlerin kamuoyuna duyurulması.⁷

1 Ocak 1996 tarihinde Türkiye ile AB arasında Gümrük Birliği'nin yürürlüğe girmesiyle birlikte, ülkemiz birçok alanda; AB mevzuatına uyum sağlanması ve uygulamaların da AB uygulamalarıyla paralel hale getirilmesine yönelik bazı yükümlülükler üstlenmiştir. Bu yükümlülüklerden biri de AB ve ülkemiz arasında ticarete teknik engellerin kaldırılması ve malların serbest dolaşımı kapsamında piyasaya güvenli ürünlerin arzının sağlanabilmesi için, AB'nin ürünlere ilişkin teknik mevzuatına uyum sağlamaktır (Blue Guide, 2016).⁸ Ülkemizin uyumlaştırmakla yükümlü olduğu piyasa gözetimi ve denetimi, CE işareti, onaylanmış kuruluşlar, akreditasyon ve üçüncü ülkelerden gelen ürünlerin gümrükte denetimi düzenlemeleri ile ürünlere ilişkin teknik düzenlemeler AB mevzuatına paralel olarak yetkili kamu kuruluşlarınca güncellenmektedir (Gök, 2014).

Bu kapsamda, ülkemizdeki PGD faaliyetleri;

- '4703 sayılı Ürünlere İlişkin Teknik Mevzuatın Hazırlanması ve Uygulanmasına Dair Kanun',

⁷ <http://www.ekonomi.gov.tr/portal/faces/home/urun-guvenligi/>

⁸ European Commission Notice - The 'Blue Guide' on the implementation of EU products rules 2016. Avrupa Birliği Resmi Gazetesi, Tarih: 26/7/2016, Sayı: C272/1, http://ec.europa.eu/growth/tools-databases/newsroom/cf/itemdetail.cfm?item_id=7326

- Bu Kanuna istinaden yayımlanan çerçeve niteliğindeki ‘Ürünlerin Piyasa Gözetimi ve Denetimine Dair Yönetmelik’ ve

- Yetkili kamu kuruluşları tarafından yayımlanan ürünlere ilişkin spesifik teknik düzenlemeler çerçevesinde yürütülmektedir.

Enerji ile ilgili ürünlerin eko tasarımı kapsamındaki düzenlemelerin uygulanması amacı ile Avrupa Komisyonu tarafından yayımlanan uygulama tebliğlerinin birçoğu ülkemizde Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından uyumlaştırılarak uygulamaya alınmıştır.

Çalışma konumuzu da oluşturan beyaz eşya sektörünün ana ürün gruplarından olan ev tipi çamaşır ve bulaşık makinalarına ilişkin ikişer adet eko tasarım düzenlemesi bulunmakta olup bu ürün gruplarına yönelik PGD faaliyetlerini de Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı yürütmektedir.

1.2.3.1 Ev Tipi Çamaşır Makinalarıyla İlgili Eko Tasarım Düzenlemeleri^{9 10}

Enerji ile İlgili Ürünlerin Çevreye Duyarlı Tasarımına İlişkin Yönetmeliğin (2009/125/AT) uygulanmasına yönelik olarak, 23/9/2011 tarihli ve 28063 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan ‘Ev Tipi Çamaşır Makineleri ile ilgili Çevreye Duyarlı Tasarım Gereklerine Dair Tebliğ’ ile ev tipi çamaşır makinalarının piyasaya arz edilmesi ile ilgili çevreye duyarlı tasarım gerekleri belirlenmiştir.

⁹ Ev Tipi Çamaşır Makineleri İle İlgili Çevreye Duyarlı Tasarım Gereklerine Dair Tebliğ

¹⁰ Ev Tipi Çamaşır Makinelerinin Enerji Etiketlemesine Dair Tebliğ

İkinci düzenleme ise ‘Enerji Etiketlemesi Yönetmeliği (2010/30/AB)’ kapsamında; çamaşır makinalarının enerji etiketini ve açıklamalarını belirleyen 22/6/2012 tarihli ve 28331 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan ‘Ev Tipi Çamaşır Makinelerinin Enerji Etiketlemesine Dair Tebliğ’dir.

Ev tipi çamaşır makinalarıyla ilgili düzenlemelere göre 1/12/2013 tarihinden itibaren;

a) 4 kg veya daha fazla anma kapasitesine sahip tüm ev tipi çamaşır makinaları için Enerji Verimlilik Endeksi (*EEI*) 59’dan küçük yani A+ olacaktır.

b) Tüm ev tipi çamaşır makinaları için, su tüketimi şu şekilde olacaktır:

$$W_t \leq 5 \times c_{1/2} + 35 \quad (1.1)$$

“ $c_{1/2}$ ” ev tipi çamaşır makinasının, standart 60°C pamuklu program için kısmi yükte anma kapasitesinden veya standart 40 °C pamuklu program için kısmi yükte anma kapasitesinden en düşük olanını işaret etmektedir.

c) 3 kg’dan fazla anma kapasitesine sahip tüm ev tipi çamaşır makinaları için Yıkama Verimlilik Endeksi (I_w) 1,03’ten fazla olacaktır.

Bir ev tipi çamaşır makinası modelinin Enerji Verimlilik Endeksi (*EEI*); makinanın tam veya kısmi yükte standart 60°C pamuklu programının ve kısmi yükte standart 40°C pamuklu programının ağırlıklı yıllık enerji tüketiminin, makinanın standart yıllık enerji tüketimi ile kıyaslanmasıyla bulunur.

$$EEI = \frac{AE_c}{SAE_c} \times 100 \quad (1.2)$$

AE_c = Ev tipi çamaşır makinasının ağırlıklı yıllık enerji tüketimi

SAE_c = Ev tipi çamaşır makinasının standart yıllık enerji tüketimi

Tebliğde belirtildiği üzere çamaşır makinalarında ağırlıklı ve standart yıllık enerji tüketim değerlerinin hesaplanmasında; ilgili çalışma derecesindeki yük miktarı, kapalı ve açık bırakılma durumundaki harcanan güçler ile program süresi gibi birçok parametre hesaba katılmaktadır.

Ev Tipi Çamaşır Makinelerinin Enerji Etiketlemesine Dair Tebliğde enerji verimlilik sınıflarını gösteren sınır değerler Tablo 1.4'te sunulmaktadır.

Tablo 1.4 Ev tipi çamaşır makinaları enerji verimlilik sınıfları

Enerji Verimlilik Sınıfı	Enerji Verimlilik Endeksi
A+++ (en verimli)	$EEI < 46$
A++	$46 \leq EEI < 52$
A+	$52 \leq EEI < 59$
A	$59 \leq EEI < 68$
B	$68 \leq EEI < 77$
C	$77 \leq EEI < 87$
D (en az verimli)	$EEI \geq 87$

Ev tipi çamaşır makinalarında Yıkama Verimlilik Endeksi (I_w); tam ve kısmi yükte standart 60°C pamuklu programın ve kısmi yükte standart 40°C pamuklu programın ağırlıklı yıkama verimliliğinin, referans makinanın yıkama verimliliği ile kıyaslanmasıyla bulunur.

$$I_w = \frac{3 \times I_{w,60} + 2 \times I_{w,60 \ 1/2} + 2 \times I_{w \ 40,1/2}}{7} \quad (1.3)$$

$I_{w,60}$ = Standart 60°C pamuklu programın Yıkama Verimlilik Endeksi

$I_{w,60\ 1/2}$ = Standart 60°C pamuklu programın kısmi yükte Yıkama Verimlilik Endeksi

$I_{w,40\ 1/2}$ = Standart 40°C pamuklu programın kısmi yükte Yıkama Verimlilik Endeksi

Tebliğ gereği ev tipi bir çamaşır makinasının Yıllık Su Tüketimi (AW_c) ise şu hesaplamayla bulunmaktadır:

$$AW_c = W_t \times 220 \quad (1.4)$$

W_t = Ağırlıklı su tüketimi;

220 = Standart yıkama döngüsünün yıllık toplam sayısı

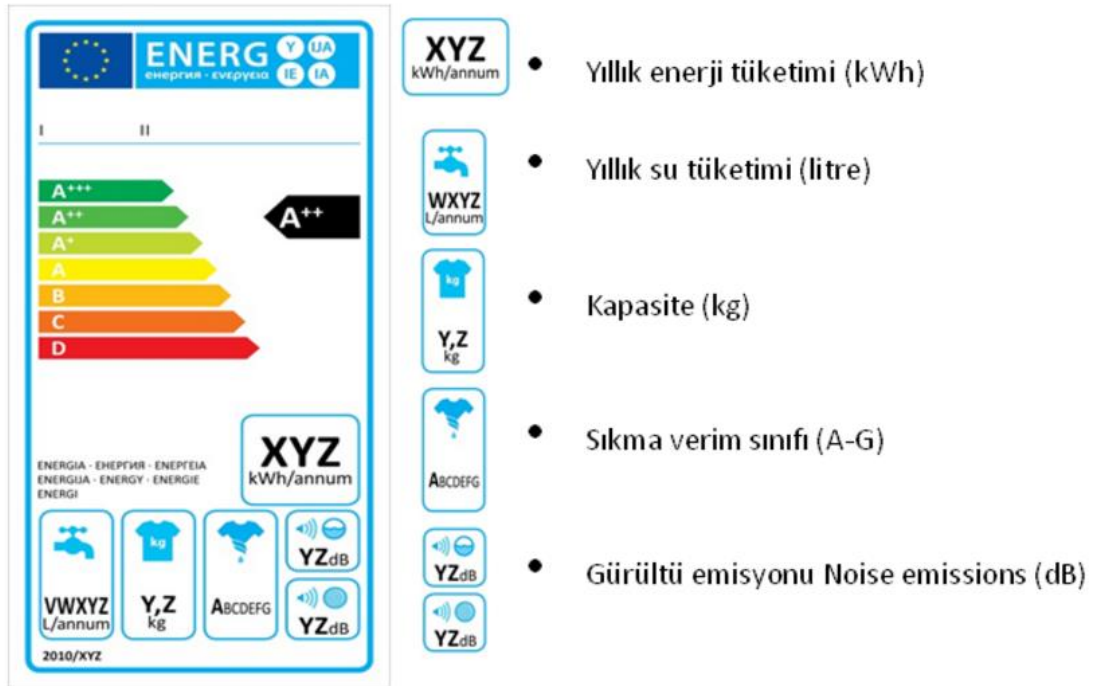
Ev tipi çamaşır makinaları ile ilgili düzenleyici tebliğlere göre piyasa gözetimi ve denetimi faaliyetlerinde numune alınarak test ettirilecek ürünlere ilişkin sınır değerler Tablo 1.5’te verilmektedir. PGD kapsamında test ettirilen bir ürünün tolerans değerleri karşılamaması durumunda, ilave 3 ürünün daha testi yapılmaktadır. Bu ilave 3 ürünün test sonucu değerlerinin aritmetik ortalamasının da uygunsuz çıkması durumunda ise ürün Tebliğe göre uygunsuz kabul edilmektedir.

Tablo 1.5 Ev tipi çamaşır makinalarında PGD doğrulama tolerans değerleri

Ölçülen Parametre	Doğrulama Toleransı
Yıllık enerji tüketimi	Ölçülen değer, AE_c nominal değerini (*), AE_c nominal değerinin %10’undan daha fazla geçmemelidir.
Enerji tüketimi	Ölçülen değer, E_t nominal değerini, E_t nominal değerinin %10’undan daha fazla geçmemelidir.
Program süresi	Ölçülen değer, T_t nominal değerlerini, T_t nominal değerlerinin %10’undan daha fazla geçmemelidir.
Yıkama verimlilik endeksi	Ölçülen değer, I_w nominal değerinin %4’ünden daha fazla I_w nominal değerinin gerisinde kalmayacaktır.
Su tüketimi	Ölçülen değer, nominal W_t değerini, nominal W_t değerinin %10’undan daha fazla geçmemelidir.

Kalan nem oranı	Ölçülen değer, D nominal değerini % 10'undan daha fazla geçmemelidir.
Santrifüj hızı	Ölçülen değer, nominal değer %10'undan daha fazla nominal değer gerisinde kalmamalıdır.
Kapalı (off) modda ve açık bırakılma (left-on) modunda güç tüketimi	Güç tüketiminin 1,00 W'dan daha fazla ölçülen P_0 ve P_1 değeri, nominal değeri %10'dan fazla aşmayacaktır. Güç tüketiminin 1,00 W veya daha az ölçülen P_0 ve P_1 değeri, nominal değeri 0,10 W'dan fazla aşmamalıdır.
Açık bırakılma (left-on) modunda süre	Ölçülen değer, T_1 nominal değerini, T_1 nominal değerinin %10'undan daha fazla geçmemelidir.
Havada yayılan akustik gürültü emisyonu	Ölçülen değer, nominal değeri karşılamalıdır.
(*) "Nominal değer" ürünü piyasaya arz eden tarafından beyan edilen değeri ifade eder.	

Şekil 1.1'de Tebliğ ile belirtilen şekilde ev tipi çamaşır makinalarına ilişkin örnek bir enerji etiketi gösterilmektedir.



Şekil 1.1 Ev tipi çamaşır makinalarına ilişkin örnek enerji etiketi

(Kaynak: http://www.eie.gov.tr/enerji_etiketi.aspx)

1.2.3.2 Ev Tipi Bulaşık Makinalarıyla İlgili Eko Tasarım Düzenlemeleri^{11 12}

Ev tipi bulaşık makinalarıyla ilgili eko tasarım düzenlemelerinden ilki 23/9/2011 tarihli ve 28063 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan ‘Ev Tipi Bulaşık Makineleri İle İlgili Çevreye Duyarlı Tasarım Gereklerine Dair Tebliğ’dir. Bu Tebliğ ile Enerji ile İlgili Ürünlerin Çevreye Duyarlı Tasarımına İlişkin Yönetmeliğin (2009/125/AT) uygulanmasına yönelik olarak, ev tipi bulaşık makinalarının piyasaya arz edilmesi ile ilgili çevreye duyarlı tasarım gerekleri belirlenmiştir.

İkinci düzenleme ise ‘Enerji Etiketlemesi Yönetmeliği (2010/30/AB)’ kapsamında bulaşık makinalarının enerji etiketini ve açıklamalarını belirleyen 22/6/2012 tarihli ve 28331 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan ‘Ev Tipi Bulaşık Makinelerinin Enerji Etiketlemesine Dair Tebliğ’dir.

Ev tipi bulaşık makinalarıyla ilgili düzenlemelere göre 1/12/2016 tarihinden itibaren;

a) Sofra seti anma kapasitesi ayırmaksızın 45 cm’den daha az veya daha fazla genişliğe sahip tüm ev tipi bulaşık makinaları için Enerji Verimlilik Endeksi (*EEI*) 63’den küçük yani A+ olacaktır.

b) Tüm ev tipi bulaşık makinaları için Temizleme Verimlilik Endeksi (*I_c*) 1,12’den fazla olacaktır.

¹¹ Ev Tipi Bulaşık Makineleri İle İlgili Çevreye Duyarlı Tasarım Gereklerine Dair Tebliğ

¹² Ev Tipi Bulaşık Makinelerinin Enerji Etiketlemesine Dair Tebliğ

c) 8 veya daha fazla sofra seti anma kapasitesine sahip olan ev tipi bulaşık makinaları için Kurutma Verimlilik Endeksi (I_D) 1,08'den fazla olacaktır.

d) 7 veya daha az sofra seti anma kapasitesine sahip olan ev tipi bulaşık makinaları için Kurutma Verimlilik Endeksi (I_D) 0,86'dan fazla olacaktır.

Bir ev tipi bulaşık makinasının Enerji Verimlilik Endeksini (EEI) hesaplamak için, makinanın ağırlıklı yıllık enerji tüketimi, makinanın standart enerji tüketimi ile kıyaslanır.

$$EEI = \frac{AE_c}{SAE_c} \times 100 \quad (1.5)$$

AE_c = Ev tipi bulaşık makinasının yıllık enerji tüketimi

SAE_c = Ev tipi bulaşık makinasının standart yıllık enerji tüketimi

Tebliğde belirtildiği üzere bulaşık makinalarında yıllık enerji tüketim değerlerinin hesaplanmasında; ilgili çalışma derecesindeki yük miktarı, kapalı ve açık bırakılma durumundaki harcanan güçler ile program süresinin dakika cinsinden değeri gibi birçok parametre hesaba katılmaktadır. Standart yıllık enerji tüketiminin hesabı ise bulaşık makinasının anma kapasitesine ve genişliğine bağlı olarak değişmektedir.

Ev Tipi Bulaşık Makinelerinin Enerji Etiketlemesine Dair Tebliğe göre enerji verimlilik sınıfları gösteren sınır değerler Tablo 1.6'da gösterilmektedir.

Tablo 1.6 Ev tipi bulaşık makinaları enerji verimlilik sınıfları

Enerji Verimlilik Sınıfı	Enerji Verimlilik Endeksi
A+++ (en verimli)	$EEI < 50$
A++	$50 \leq EEI < 56$
A+	$56 \leq EEI < 63$
A	$63 \leq EEI < 71$
B	$71 \leq EEI < 80$
C	$80 \leq EEI < 90$
D (en az verimli)	$EEI \geq 90$

Ev tipi bulaşık makinalarında Temizleme Verimlilik Endeksi (I_c); makinanın temizleme verimliliğinin, referans makinanın temizleme verimliliği ile kıyaslanmasıyla bulunur.

$$\ln I_c = \frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^n \ln \left(\frac{C_{T,i}}{C_{R,i}} \right) \quad (1.6)$$

$$I_c = \exp(\ln I_c)$$

$C_{T,i}$ = Bir test döngüsü (i) kapsamında test edilen ev tipi bulaşık makinasının temizleme verimliliği

$C_{R,i}$ = Bir test döngüsü (i) kapsamında referans bulaşık makinasının temizleme verimliliği

n = Test döngülerinin sayısı, $n \geq 5$

Yıkama verimliliği (C), bir standart temizleme döngüsünü müteakip her bir yükün kirlilik puanının ortalamasıdır. Kirlilik puanı, Tablo 1.7'ye göre hesaplanır:

Tablo 1.7 Ev tipi bulaşık makinaları için kirlilik puanı tablosu

Küçük nokta şeklindeki kir partiküllerinin sayısı (n)	mm ² olarak toplam kirli alan (AS)	Kirlilik puanı
n = 0	AS = 0	5 (en verimli)
0 < n ≤ 4	0 < AS ≤ 4	4
4 < n ≤ 10	0 < AS ≤ 4	3

10 < n	4 < AS ≤ 50	2
Uygulanamaz	50 < AS ≤ 200	1
Uygulanamaz	200 < AS	0 (en verimsiz)

Tebliğe göre ev tipi bir bulaşık makinasının Yıllık Su Tüketimi (AW_C) ise şu hesaplamayla bulunmaktadır:

$$AW_C = W_t \times 280 \quad (1.7)$$

W_t = Ağırlıklı su tüketimi

280 = Standart yıkama döngüsünün yıllık toplam sayısı

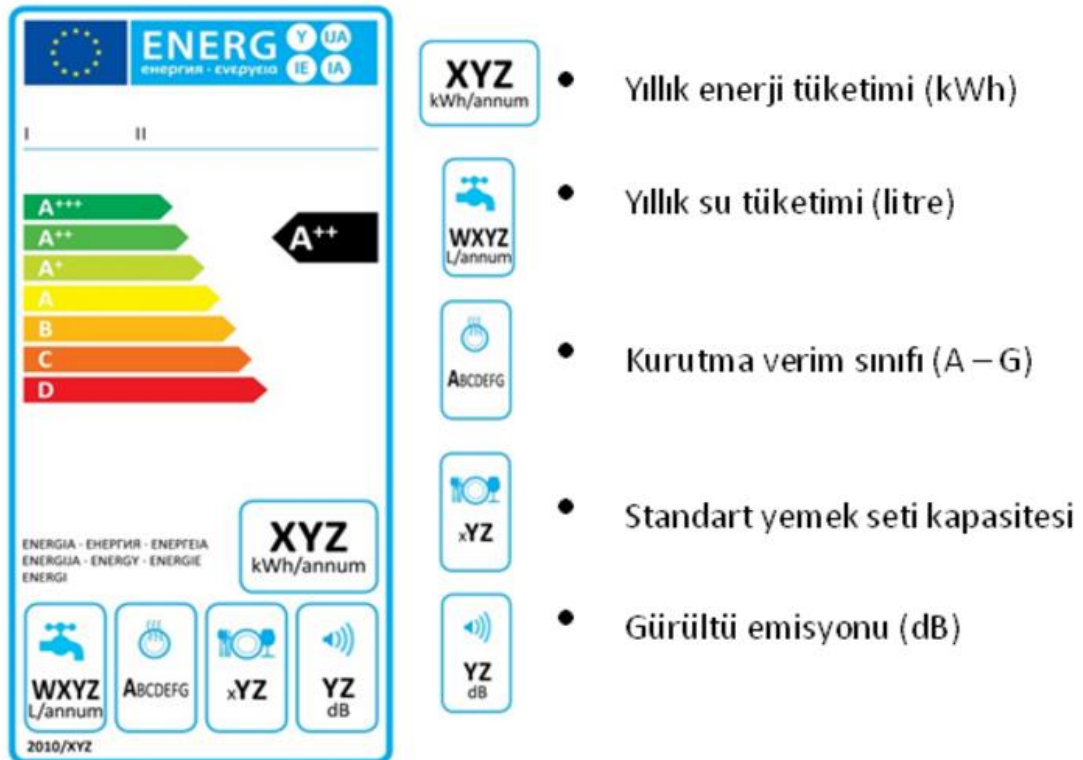
Ev tipi bulaşık makinaları ile ilgili düzenleyici tebliğlere göre piyasa gözetimi ve denetimi faaliyetlerinde numune alınarak test ettirilecek ürünlere ilişkin sınır değerler Tablo 1.8’de verilmektedir. PGD kapsamında test ettirilen bir ürünün tolerans değerleri karşılamaması durumunda, ilave 3 ürünün daha testi yapılır. Bu ilave 3 ürünün test sonucu değerlerinin aritmetik ortalamasının da uygunsuz çıkması durumunda ise ürün Tebliğe göre uygunsuz kabul edilmektedir.

Tablo 1.8 Ev tipi bulaşık makinalarında PGD doğrulama tolerans değerleri

Ölçülen Parametre	Doğrulama Toleransı
Yıllık enerji tüketimi	Ölçülen değer, AE_C nominal değerini (*), AE_C nominal değerinin %10’undan daha fazla geçmemelidir.
Enerji tüketimi	Ölçülen değer, E_t nominal değerini, E_t nominal değerinin %10’undan daha fazla geçmemelidir.
Program süresi	Ölçülen değer, T_t nominal değerlerini, T_t nominal değerlerinin %10’undan daha fazla geçmemelidir.
Temizleme verimlilik endeksi	Ölçülen değer, I_C nominal değerinin % 10’undan daha fazla I_C nominal değerinin gerisinde kalmayacaktır.
Kurutma verimlilik endeksi	Ölçülen değer, I_D nominal değerinin % 19’undan daha fazla I_D nominal değerinin gerisinde

	kalmayacaktır.
Su tüketimi	Ölçülen değer, nominal W_t değerini, nominal W_t değerinin %10'undan daha fazla geçmemelidir.
Kapalı (off) modda ve açık bırakılma (left-on) modunda güç tüketimi	Güç tüketiminin 1,00 W'dan daha fazla ölçülen P_o ve P_i değeri, nominal değeri %10'dan fazla aşmayacaktır. Güç tüketiminin 1,00 W veya daha az ölçülen P_o ve P_i değeri, nominal değeri 0,10 W'dan fazla aşmamalıdır.
Açık bırakılma (left-on) modunda süre	Ölçülen değer, T_1 nominal değerini, T_1 nominal değerinin %10'undan daha fazla geçmemelidir.
Havada yayılan akustik gürültü emisyonu	Ölçülen değer, nominal değeri karşılamalıdır.
(*) "Nominal değer" ürünü piyasaya arz eden tarafından beyan edilen değeri ifade eder.	

Şekil 1.2'de Tebliğ ile belirtilen şekilde ev tipi bulaşık makinalarına ilişkin örnek bir enerji etiketi gösterilmektedir.



Şekil 1.2 Ev tipi bulaşık makinalarına ilişkin örnek enerji etiketi

(Kaynak: http://www.eie.gov.tr/enerji_etiketi.aspx)

İKİNCİ BÖLÜM

2 VERİ ZARFLAMA ANALİZİ

Bu bölümde verimlilik ve etkinlik gibi temel performans kavramlarıyla birlikte VZA ile ilgili etkinlik türleri olan teknik etkinlik, tahsis etkinliği, toplam etkinlik ve ölçek etkinliğinin ne anlama geldiği açıklanmaya çalışılmıştır. Ölçeğe göre sabit ve değişken getiri sağlayan temel VZA modellerinin matematiksel ifadelerine değinildikten sonra VZA yönteminin avantajları ve dezavantajları ele alınmıştır. Bölüm sonunda ise makale bazlı, literatürde enerji etkinliği alanında yapılmış VZA uygulamalarını içeren bir inceleme yapılmıştır.

2.1 Etkinlik ve Verimlilik Kavramları

Genel bir tanımlamayla verimlilik, bir üretim ve hizmet süreci sonucunda üretilen çıktı ile bu çıktıyı üretmek için kullanılan girdi arasındaki ilişkiyi ifade eder (Prokopenko, 1998). Başka bir tanımlamayla verimlilik, az sayıdaki kaynaklara rağmen en yüksek çıktıyı en az girdiyle üretebilmektir. Verimlilik eldeki girdilerle ne kadar çıktı sağlandığını, ifade eden matematiksel orandır (Coelli vd., 2005).

Bu çerçevede, verimlilik kavramı göreceli bir kavram değildir. Dolayısıyla incelenen karar birimlerinin verimliliklerini birbirlerinden bağımsız olarak ölçme imkanı vardır (Tarım, 2001). Verimlilik göstergesindeki artış, girdi miktarı azalırken çıktı miktarının daha az azaldığı, girdi miktarı artıyorken çıktı miktarının

daha fazla arttığı veya girdi miktarı değişmezken çıktı miktarının arttığı durumlarda söz konusu olabilir.

Kapsamlı bir tanım yapmak gerekirse etkinlik, zaman boyutu dikkate alınmadan, mevcut teknoloji çerçevesinde, belirli bir girdi bileşiminin kullanılarak maksimum çıktının elde edilmesine veya belirli bir çıktı bileşiminin en az girdi kullanılarak üretilmesine denilmektedir (Tarım, 2001).

Etkinlik genel olarak girdilerle ilgilidir ve girdilerin ne derece tam ve doğru kullanıldığını anlatır. Etkinlik ölçümünde mevcut çıktı ile elde edilebilecek maksimum çıktının arasındaki oran söz konusudur. Cooper vd. (2011) 'e göre karar verici bir birimin tam olarak etkin sayılması için, diğer birimlerin performansının, bazı girdi veya çıktıları kötüleştirmeden bir girdi veya çıktıda iyileşme sağlanamayacağını göstermesi gerekmektedir.

2.1.1 Teknik Etkinlik ve Tahsis Etkinliği

Farrell (1957) sanayi işletmelerinde üretim etkinliği kavramıyla ilgilenmiş, bir işletmenin minimum maliyette üretim yapabilme etkinliğine göre teknik etkinlik ve tahsis etkinliği kavramlarını tanımlamıştır. Teknik etkinlik; Farrell (1957) tarafından zaman kısıtı dikkate alınmaksızın mevcut teknolojide kullanılan girdi unsuru ile en fazla çıktının elde edilmesine veya belli bir çıktı değerinin üretilmesi için en az girdi bileşenin kullanılması olarak tanımlanmaktadır. Tahsis etkinliği ise maliyetlerin dikkate alındığı durumda en az girdiyi kullanma becerisi

olarak tanımlanabilir. Bu iki etkinliğin çarpımı toplam ekonomik (maliyet) etkinliğini vermektedir.

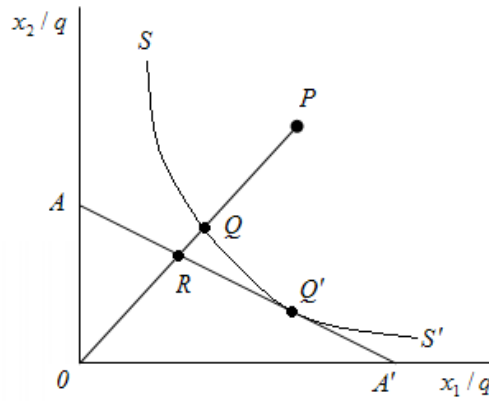
Tarım (2001), tahsis etkinliği analizinin anlamlı yapılabilmesi için kullanılan girdiler ve elde edilen çıktıların miktarları kadar fiyatlarının önemli olduğundan bahsetmekte, ancak faktör fiyatlarının dikkate alınmasıyla analizin anlam kazanabileceğini söylemektedir. Gökgöz (2009)'e göre, teknik etkinlikte olduğu gibi tahsis etkinliği de girdiye ve çıktıya göre bulunabilir. Girdi odaklı tahsis etkinliğinde işletme girdi unsurlarının fiyatlarını dikkate alarak en uygun girdi miktarını belirleyebilme becerisini gösterirken, çıktı odaklı tahsis etkinliğinde çıktıların fiyatlarının dikkate alınmasıyla elde edeceği karın maksimize edilmesi amaçlayan bir kabiliyet sergilemektedir.

Coelli vd. (2005) iki girdi bileşeni (x_1, x_2) ve tek çıktı bileşeni (q) olan bir üretim imkanları setini dikkate almış ve dikey ekseninde 1 birim çıktı alabilmek için kullanılması gereken x_2 miktarının, yatay ekseninde ise yine 1 birim çıktı elde edebilmek için kullanılması gereken x_1 miktarının yer aldığı bir grafik üzerinde Şekil 2.1'deki gibi sunmuştur. Etkin sınırın (SS') bir şekilde belirlendiğini varsaydığımızda ve girdi fiyat oranlarının da bilindiğini ve AA' doğrusu olarak eklendiğini düşündüğümüzde, Şekil 2.1'de P noktası karar biriminin 1 birim çıktı elde edebilmek için bulunduğu üretim noktasını göstermektedir. P noktası etkin sınırın yukarısında olduğu için firmanın etkin olmadığı söylenebilir. Firmanın etkin olması için çıktı miktarını azaltmadan girdi miktarını Q noktasına kadar azaltması gerekmektedir. Girdilerde meydana gelecek azalma oranı QP/OP kadardır. Bu firmanın teknik etkinliği şu şekilde ölçülür (Koçak, 2014):

$$TE = \frac{OQ}{OP} \quad (2.1)$$

Q noktasında faaliyet gösteren bir firmanın teknik olarak etkin olduğu ancak tahsis etkinliğine sahip olmadığı görülmektedir. P noktasında faaliyet gösteren firma için tahsis etkinliği şu şekilde hesaplanır:

$$AE = \frac{OR}{OQ} \quad (2.2)$$



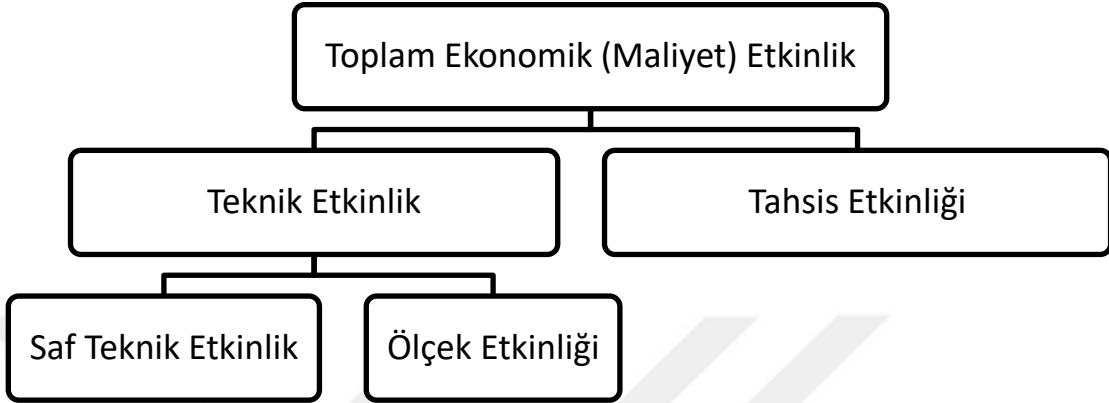
Şekil 2.1 Teknik etkinlik ve tahsis etkinliği (Coelli vd., 2005)

2.1.2 Toplam Ekonomik Etkinlik ve Ölçek Etkinliği

Coelli vd. (2005) ve Farrell (1957)'e göre Şekil 2.2'de gösterildiği gibi bir karar birimi sadece teknik etkin olmak amacıyla Q noktasında faaliyet göstermez de Q' noktasında faaliyet gösterirse hem teknik etkinliğe hem de tahsis etkinliğine ulaşacaktır ki bu da toplam ekonomik etkinlik olarak karşımıza çıkmaktadır. Toplam ekonomik (maliyet) etkinlik, bu iki etkinliğin bileşiminden oluşup şu şekilde ifade edilmektedir:

$$\text{Teknik Etkinlik} = \text{Saf Teknik Etkinlik} \times \text{Ölçek Etkinliği} \quad (2.3)$$

$$\text{Toplam Ekonomik (Maliyet) Etkinlik} = \text{Teknik Etkinlik} \times \text{Tahsis Etkinliği} \quad (2.4)$$



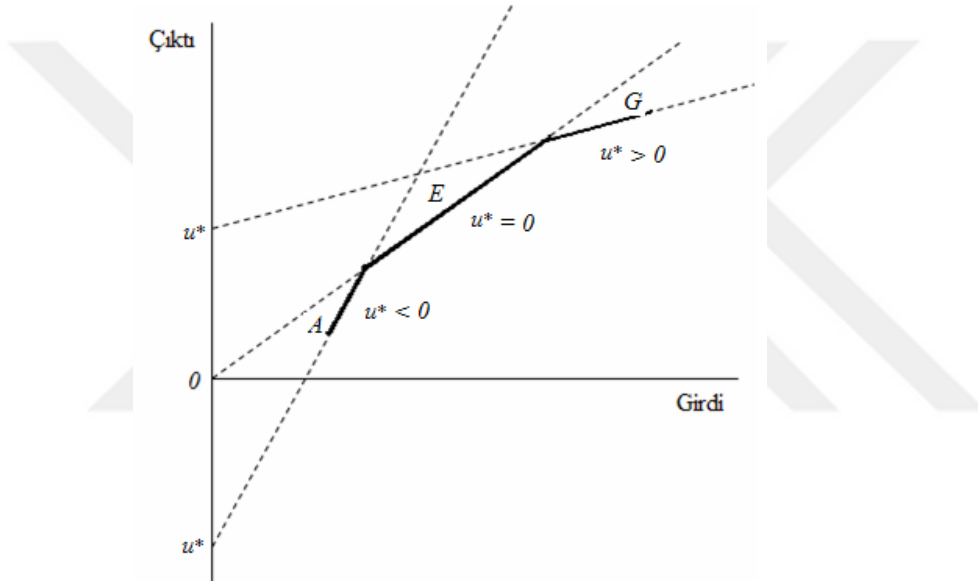
Şekil 2.2 Etkinliğin bileşenleri

Banker vd. (1984) ise ölçek etkinliği kavramına değinmekte ve toplam etkinliğin teknik etkinlik ve ölçek etkinliğinin bir karması olduğunu ifade etmektedirler. Ayrıca üretim faktörlerinin değışkenlik arz etmesi durumunda girdi unsurlarının miktarındaki değışimlerden çıktı unsuru miktarının da etkilenebileceğine değinmektedirler. Şekil 2.3'te görüldüğü gibi, (X_E, Y_E) etkin üretim yüzeyinde alınan bir nokta olmak üzere, ölçeğe göre getirinin belirlenmesi için, girdi unsurlarındaki bir birimlik artışın çıktı unsurunda neden olduğu artış miktarı olan u^* 'ın aldığı değeri kullanılmaktadır. Bu koşulda aşağıdaki üç durum meydana gelmektedir (Gökgöz, 2009):

Ölçeğe göre artan getiri (increasing returns to scale-IRS): Girdi unsurlarında meydana gelen eşit seviyedeki artış oranının, çıktı unsurlarında daha yüksek artışa sebep olması halinde ($u^* < 0$)

Ölçeğe göre sabit getiri (constant returns to scale-CRS): Girdi unsurlarında meydana gelen eşit seviyedeki artış oranının, çıktı unsurlarındaki artışa denk olması halinde ($u^* = 0$)

Ölçeğe göre azalan getiri (decreasing returns to scale-DRS): Girdi unsurlarında meydana gelen eşit seviyedeki artış oranının, çıktı unsurlarında daha düşük oranda artışa sebep olması halinde ($u^* > 0$)



Şekil 2.3 Etkin üretim düzeyi (Banker vd., 1984)

Şekil 2.3 E'nin komşuluğunda ölçek değişim durumları için genel bir durum analizi ortaya koymaktadır. Şekil 2.3'teki duruma göre A ile gösterilen doğru parçası, $u^* < 0$ durumuna, bir başka deyişle ölçeğe göre artan getiri durumuna karşılık gelmektedir. E ile gösterilen doğru parçası orijinden geçen düz bir çizginin devamı niteliğinde olduğu için $u^* = 0$ durumunu bir başka deyişle ölçeğe göre sabit getiri durumunu işaret etmektedir. G ile gösterilen doğru parçası ise $u^* > 0$ durumunu ya da

ölçeğe göre azalan getiriye temsil etmektedir (Banker vd., 1984; Gökğöz, 2009; Koçak, 2014).

2.2 Veri Zarflama Analizinin Tanımı, Tarihçesi ve Kullanım Alanları

Veri Zarflama Analizi (VZA), birçok girdinin ve çıktının bulunduğu işletme süreçlerinde karar verme birimlerini bir birbirleriyle kıyaslayarak göreceli bir etkinlik değeri oluşturan, parametrik olmayan, doğrusal programlama tabanlı matematiksel bir analiz türüdür.

Karar verme birimi (KVB), benzer stratejik amaçlar doğrultusunda aynı girdileri kullanarak benzer çıktılar veren unsurlar olarak nitelenmektedir. Bu yöntemin en büyük özelliği göreceli etkinlik değerlerini belirleyerek, etkin olmayan birimlere girdilerinde ve çıktılarında yapabilecekleri değişiklikler konusunda yol gösteriyor olmasıdır. VZA parametrik olmayan bir yöntem olması dolayısıyla herhangi bir varsayım içermez, bu nedenle de kendisine oldukça geniş bir kullanım alanı bulmuştur.

VZA analizinin temelini oluşturan göreceli etkinlik, sadece analize konu edilen KVB'ler arasında bir değerlendirme yapar. Bu nedenle analiz dışındaki bir birimin eldeki birimlerden daha yüksek bir etkinliğe sahip olması da olası bir durumdur. VZA'da etkin sınır eldeki birimlerin girdi ve çıktı değerlerine göre oluşturulur ve bu belirlenen etkin sınır üstünde yer alamayan birimlerin etkinlik değeri yine bu sınıra göre belirlenir (Karacabey, 2001).

VZA, bir dizi eş varlığın performansını değerlendirmek ve çoklu sayıda girdinin çoklu sayıda çıktıya dönüştürüldüğü nispeten yeni "veri odaklı" bir yaklaşımdır (Gökgöz, 2010b).

VZA'ya göre etkin olan birimler '1' iken, etkin olmayan birimler '1'den küçük değerler alır. Etkinliğin 0-100 değerleri arasında yüzdesel olarak gösterimi de olabilmektedir.

VZA tarihsel bağlamda, ilk olarak Charnes, Cooper ve Rhodes (1978) tarafından Farrell (1957)'in üretimsel etkinlikten bahsettiği çalışmasından yola çıkılarak, ABD'de eğitim alanında, bir eğitim programına katılan ve katılmayan okulların etkinliğini karşılaştırmak amacıyla yapılmıştır. Charnes, Cooper ve Rhodes bu analizde, ölçeğe göre sabit getiri (Constant Returns to Scale: CRS) durumunu varsayan bir yöntem kullanmış olup, bu yöntem daha sonra isimlerinin baş harflerinden meydana gelen CCR modeli olarak anılmıştır.

İlerleyen dönemlerde yapılan çalışmalarda, ölçeğe göre sabit getiriden bahseden VZA yaklaşımı, ölçeğe göre değişken bir getirinin olması durumunda da değerlendirilmiş, ölçek ve teknik etkinliklerin ayrı ayrı değerlendirilmesine olanak sağlamıştır. Banker, Charnes ve Cooper (BCC) 1984 yılındaki çalışmalarıyla teknik ve ölçek etkinliğini belirlemek amacıyla ölçeğe göre değişken getiri (Variable Returns to Scale: VRS) varsayımını dikkate almışlardır. Bu yöntem de literatüre BCC modeli olarak geçmiş, birçok girdi ve çıktının olduğu farklı ölçek büyüklüklerinde karar biriminin ölçeğe göre sabit, artan ya da azalan durumlarına göre performansının araştırılabilmesine olanak sağlamıştır (Yolalan, 1991).

VZA uygulamalarında hem CCR hem de BCC için girdi ve çıktı odaklı yaklaşımlar geliştirilmiştir. Girdi odaklı yaklaşımlarda mevcut çıktıyı elde edebilmek için girdilerde meydana getirilmesi gereken iyileşmeler incelenirken, çıktı odaklı yaklaşımda kullanılan girdilerle maksimum ne kadar çıktı elde edilebileceği araştırılmaktadır.

Bu çalışmalarla VZA, kamu sektörü ve özel sektördeki birçok alanda etkinlik ölçüm çalışmalarında kullanılmaya başlanmıştır. Literatürde VZA'nın belli başlı kullanım alanları; eğitim, bankacılık, sağlık hizmetleri, savunma endüstrisi, imalat sanayi, taşımacılık ve lojistik, satış birimleri, şirket karşılaştırmaları, hava yolu işletmeciliği, yönetim bilimi, elektrik üretimi ve enerji etkinliği, tarım ve turizmdir. VZA'nın kullanım alanlarını yazar-yayın yılı, kullanılan model, uygulama kapsamı gibi kriterlere göre detaylandıran birçok çalışma mevcuttur. Enerji ve çevre çalışmalarında detaylı bir literatür araştırması Zhou vd. (2008) tarafından yapılmıştır. Çalışmamız kapsamında enerji etkinliği alanında yapılan literatür incelemesi 2.6 numaralı başlık altında sunulmaktadır.

2.3 Veri Zarflama Analizinin Uygulama Aşamaları

VZA ile etkinlik belirli süreçler izlenerek analiz edilir. Bu süreçler şu şekildedir:

2.3.1 Karar Verme Birimlerinin Seçilmesi

VZA'nın ilk aşaması olan karar verme birimlerinin seçiminde, göz önüne alınacak KVB'lerin aynı amaçları benzer süreçlerle yerine getiren homojen yapılar

olmasına büyük önem gösterilmesi gerekmektedir. Ancak yapılacak analizin anlamlı sonuçlar vermesi için KVB'lerin homojen bir yapı sergilemesi tek başına yeterli olmayıp KVB sayısının da yeterli sayıda olmasına dikkat edilmelidir. Bu konuda literatürde farklı görüşler mevcuttur.

KVB'lerin sayıca fazla olması halinde KVB'lerin özellik bağlamında farklılıklar sunması söz konusu olmakta ve bu duruma bağlı olarak karşılaştırılabilirlikleri zayıflayabilmektedir. Bu nedenle KVB'lerin sayısının etkinlik analizinin başarısını doğrudan etkilediği düşünülerek homojenliği de bozmayacak şekilde dikkatle belirlenmesi gereklidir (Gökgöz, 2009).

Dyson vd. (2002)'ye göre seçilecek KVB sayısı girdi ve çıktı toplamının en az iki katı olması gerekirken, Vassiloğlu ve Giokas (1990)'a göre bu sayı girdi ve çıktı toplamının en az 3 katı olmalıdır. Norman ve Stoker (1991) ise bu sayının en az 20 olması gerektiğini öne sürmüşlerdir. Daha sistematik bir yaklaşımla KVB şöyle belirlenmektedir; girdi sayısının m , çıktı sayısının da p olduğu bir durumda, KVB sayısı en az " $m+p+1$ " olmalıdır (Boussofianee vd., 1991). Tüm bu yaklaşımlardan uygulamada en çok karşılaşılanı, karar biriminin girdi ve çıktıların toplamının en az iki katı olduğu yaklaşımdır.

2.3.2 Girdi ve Çıktıların Seçimi

VZA'da girdi ve çıktılar etkili yorumlar yapılabilmesi için karşılaştırılacak birimlerin temelini oluşturduğundan; üretim sürecini nedensel olarak en iyi şekilde

temsil edecek bileşimler olmalıdır. Girdi/çıktı değişkenlerin ölçü birimi \$, TL, kg, saat, kişi, birim vb. farklı ölçü birimleri olabilmektedir (Cooper vd., 2002).

Girdi ve çıktı seçilirken belirli bir varsayım yoktur, ancak birbirleriyle oldukça ilişkili, korelasyon değerleri yüksek girdi veya çıktılarından birinin analizden çıkarılması analizin doğru değerlendirilmesi açısından önemlidir. Ayrıca analizde önemli bir değişken dikkate alınmazsa, bu değişkeni etkin kullanan bir KVB'nin etkinliği düşük çıkacaktır. VZA'nın ayrışma yeteneğinin düşmemesi ve hesaplamada karmaşıklığın doğmaması adına çok sayıda girdi ve çıktı seçilmemeli, makul bir sayı tercih edilmelidir (Boussofianee vd., 1991).

2.3.3 Verilerin Elde Edilmesi ve Görelî Etkinlik Ölçümü

Girdi ve çıktı bileşenleri belirlendikten sonra, tüm KVB'ler için kullanılacak verilerin elde edilmesi gerekmektedir. Verilerin eksik olması veya doğru olmaması, analiz sonuçlarının yanlış belirlenmesine, hatalı yorumlara sebebiyet verir. Ayrıca veri elde edilemeyen bir birim de çalışmadan çıkarılmalıdır.

Girdi ve çıktıların elde edilmesi ve güvenilirliklerinin sağlanmasından sonraki aşama VZA'da uygun bir modelin belirlenmesidir. Ramanathan (2000)'a göre girdiler üzerindeki kontrol zayıf ise girdi odaklı; karar verici çıktıların miktarına, amaçlarına göre karar veriyorsa çıktı odaklı modeller seçilebilir. Ayrıca problemin koşulları dikkate alındığında girdi ve çıktı arasındaki artış ilişkisine göre ölçeğe göre değişen ve sabit getirili modeller tercih edilebilir.

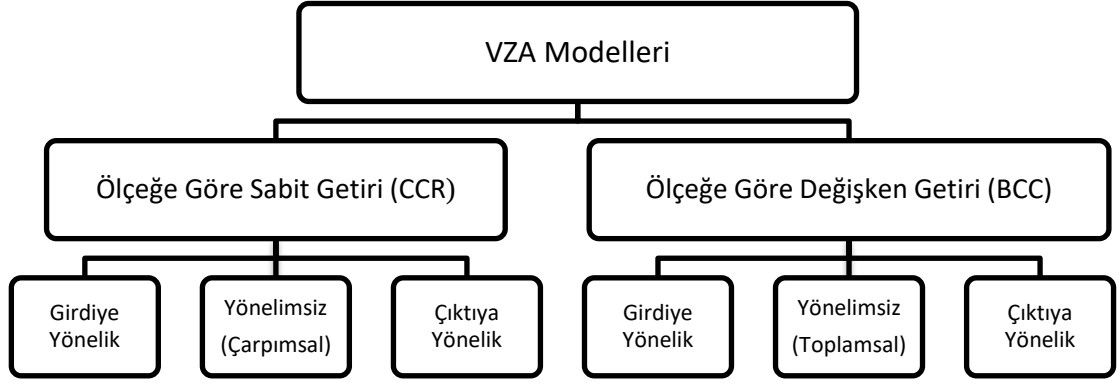
2.3.4 Sonuçların Değerlendirilmesi

VZA'nın en son aşamasında elde edilen sonuçlara göre etkin ve etkin olmayan KVB'ler değerlendirilip, faaliyet gösterilen endüstri dalına göre çıkarımlar yapılır (Aydemir, 2002).

Ulucan (2000)'a göre VZA sonunda, performans açısından yönetsel kararlar almaya yardımcı olacak şu hususlar elde edilir: Etkin KVB'ler, etkin olmayan KVB'ler, etkin olmayan KVB'lerin kullandıkları fazla kaynak miktarları ve iyileştirme oranları, etkin olmayan KVB'lerin mevcut girdi düzeyleri ile elde etmeleri gereken çıktı miktarları ve referans kümelerini oluşturan birimler.

2.4 Genel VZA Modelleri

Çalışmanın bu bölümünde analizde kullanılan genel VZA modellerinin matematiksel anlatımlarına yer verilecektir. Literatürde en çok kullanılan genel VZA modelleri; ölçeğe göre sabit getiri varsayımına dayanan CCR ve ölçeğe göre değişen getiri varsayımına dayanan BCC modelleridir. Ayrıca her iki model de girdi ve çıktı odaklı kurulabilmektedir. Girdiye yönelik modellerde amaç, elde edilen çıktı miktarını mümkün olan en az girdi ile üretmektir. Çıktı odaklı modellerde ise mevcut girdi ile elde edilmek istenen çıktının maksimizasyonu amaçlanmaktadır.



Şekil 2.4 VZA modelleri (Charnes vd., 1994)

2.4.1 Ölçeğe Göre Sabit Getiri (CCR) Modeli

VZA'nın ilk önerilen ölçeğe göre sabit getiri durumunda teknik etkinlik ölçümü yapan CCR modeli, Charnes, Cooper ve Rhodes (1978) tarafından geliştirilmiştir.

Daha önce de değinildiği gibi etkinliği; genel olarak ağırlıklandırılmış çıktıların ağırlıklandırılmış girdilere oranı olarak göstermek mümkündür. Buradan hareketle j karar birimi için amaç fonksiyonunun h_j olduğunu ve bu karar noktası için; n adet çıktının ve m adet girdinin var olduğunu düşündüğümüzde kesirli programlama seti olarak etkinlik şu formülle hesaplanmaktadır (Dinçer, 2008):

$$Max h_j = \frac{\sum_{r=1}^n u_r y_r}{\sum_{i=1}^m v_i x_i} \quad (2.5)$$

Kısıtlar ise şu şekilde gösterilir:

$$\frac{\sum_{r=1}^n u_r y_r}{\sum_{i=1}^m v_i x_i} \leq 1 \quad (2.6)$$

$$u_r \geq 0 ; v_i \geq 0$$

Burada;

U = çıktının ağırlığını

Y = çıktının miktarını

V = girdinin ağırlığını

X = girdinin miktarını göstermektedir.

Kesirli programlamaya ait (2.5) ve (2.6) formüllerini doğrusal programlama mantığı ile girdi odaklı CCR modeli için ifade etmek istediğimizde ise şu hesaplama ve kısıtlara ulaşılmaktadır:

Amaç: $Max h_j = \sum_{r=1}^n u_r y_{rj}$ (2.7)

Kısıtlar: $\sum_{i=1}^m v_i x_{ij} = 1$ (2.8)

$$\sum_{r=1}^n u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0$$

$$u_r ; v_i \geq 0$$

Bu modelde her bir KVB'nin çıktıların ağırlıkları toplamı maksimum yapılmaya çalışılırken; girdilerin ağırlıkları toplamının '1'e eşit olması, çıktıların girdilerden farkının '0'a eşit veya küçük olması kısıtları oluşturmaktadır.

CCR modelinin çıktı yönelimli halinde ise;

Amaç: $Max h_j = \sum_{i=1}^m v_i x_{ij}$ (2.9)

Kısıtlar: $\sum_{r=1}^n u_r y_{rj} = 1$ (2.10)

$$-\sum_{r=1}^n u_r y_{rj} + \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \geq 0$$

$$u_r ; v_i \geq 0$$

Girdi ya da çıktı yönelimli olduğuna bakılmaksızın analiz, tüm KVB'ler için seçilen modelin yukarıdaki formülasyonlarının ayrı ayrı çözülmesiyle yapılır. VZA'da bir KVB'nin tam etkin olabilmesi için hem etkinlik skorunun '1'e eşit olması hem de aylak değişkenleri olan S_i^- ve S_r^+ nın '0'a eşit olması gerekmektedir.

S_i^- : Fazla kullanılan girdilere ilişkin aylak değişkenleri

S_r^+ : Eksik üretilen çıktılarına ilişkin aylak değişkenleri

2.4.2 Ölçeğe Göre Değişken Getiri (BCC) Modeli

Analiz edilecek sistemlerde üretim ölçeğe göre değişkenlik gösterme durumu da düşünülerek Banker, Charnes ve Cooper (1984) tarafından BCC modeli geliştirilmiştir. BCC modelinin CCR modelinden tek farkı; işleme alınacak doğrusal programlama sonucunda elde edilecek etkin olmayan KVB'nin etkin olabilmesi için gereken muhtemel etkin girdi çıktı birlikteliğini oluşturacak bilgiyi sağlayan λ değerlerinin toplamının '1'e eşit olmasıdır (Dinçer, 2008).

Girdi yönelimli BCC modelinin matematiksel gösterimi şu şekildedir (Koçak, 2014):

$$\text{Amaç:} \quad \text{Max } q_o = \sum_{r=1}^n \mu_r y_{ro} + u_o \quad (2.11)$$

$$\text{Kısıtlar:} \quad \sum_{i=1}^m v_i x_{io} = 1 \quad (2.12)$$

$$\sum_{r=1}^n \mu_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} + u_o \leq 0$$

$$\mu_r; v_i \geq \epsilon > 0; \quad u_o : \text{serbest}$$

Çıktı yönelimli BCC modelinin matematiksel gösterimi ise şu şekildedir (Koçak, 2014):

$$\text{Amaç:} \quad \text{Max } q_o = \sum_{i=1}^m v_i x_{io} - v_o \quad (2.13)$$

$$\text{Kısıtlar:} \quad \sum_{r=1}^n \mu_r y_{ro} = 1 \quad (2.14)$$

$$\sum_{r=1}^n \mu_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} - v_o \leq 0$$

$$\mu_r; v_i \geq \epsilon > 0; \quad v_o: \text{serbest}$$

2.5 Veri Zarflama Analizinin Güçlü ve Zayıf Yönleri

Etkinlik ve performans ölçümünde, kamu sektöründe ve birçok endüstri dalında kullanımı popüler olan VZA'nın güçlü ve zayıf yönlerinden bahsedilebilmektedir.

VZA'nın güçlü yönleri şu şekilde sıralanabilir (Yolalan,1993; Ayanoğlu vd. 2010):

- Birden fazla girdi ve çıktı değerleriyle analizin yapılabilmesine imkan tanır.
- Girdi ve çıktı birimlerinin farklı olabilme özgürlüğü sunar.
- Girdi ve çıktı bileşenleri arasında fonksiyonel bir ilişkiye gerek duymamaktadır.
- Parametrik yöntemlerin endüstri dalının tümünü göz önüne alarak ölçüm yapmaları yerine VZA'nın her bir KVB'nin amaç fonksiyonunu ayrı ayrı maksimize eder ve her biri için ayrı çözüm kümeleri oluşturur.

- Etkin olmama durumunun üretimden mi yoksa ölçekten mi kaynaklandığını saf teknik etkinlik, ölçek etkinliği ve tahsis etkinliği gibi bileşenlerle açıklayabilmektedir.

- Etkin olmayan birimlere etkin olabilmeleri için ulaşılabilir hedefler koymaktadır.

VZA'nın zayıf yönleri ise şu şekilde sıralanabilir (Yolalan,1993; Ayanoğlu vd. 2010; Jenkins vd. 2003):

- KVB'lerin performanslarını tespit etmekte yeterlidir, ancak mutlak etkinliği belirlemekte yetersiz kalabilmektedir. Analize dahil edilmeyen bir unsur, etkin olmayan bir KVB tarafından üretim sürecinde etkin kullanılıyor olabilir ve bu unsurun analiz dışında bırakılması yanıltıcı sonuçlar verebilir.

- Seçilecek KVB sayısı oldukça önemlidir. Girdi ve çıktı sayılarının sayısının arttığı KVB sayısının sabit kaldığı hallerde VZA'nın ayırım yapabilme imkanı düşebilir ve birçok KVB etkin çıkabilir.

- Girdi ve çıktı değerleri ile ölçüm hatalarına karşı çok hassastır. Eksik veya yanlış bilgi girilmesi, girdi bileşeni çok düşük veya çıktı bileşeni çok yüksek olan aykırı birimlerin varlığı, oluşturulan etkinlik sınırını bozabilir; bu da birçok KVB'nin etkinsizlikle sonuçlanmasına sebep olabilir.

- VZA statik ve tek zaman kesitinde analiz yöntemidir. Üretim sürecinin dinamik bir özellik gösterdiği, yani üretimin belirli bir zaman aldığı durumlarda, farklı periyotlara ait verilerin uygun indirgeme oranları ile kullanılması büyük önem arz etmektedir.

2.6 Enerji Etkinliği Alanında Veri Zarflama Analizi Uygulamaları

Tablo 2.1 Enerji etkinliği alanında veri zarflama analizi uygulamaları

No	Yazar	Kapsam	Girdi	Çıktı
1	Doğan N. O., Tuğcu C. T. (2015)	G-20 ÷lkeleri	Su, doğal gaz, k÷m÷r, n÷klear enerji, petrol ve yenilenebilir enerji miktarları	÷retilen elektrik enerjisi
2	Wang K. (2015)	İspanya’da bulunan 25 r÷zgar enerji çiftliği	Yılbaşına harcanan beton, çelik, epoksi reçinesi, makine yağı ve çalışma saatleri	İstenen çıktı: Elektrik enerjisi İstenmeyen çıktı: CO ₂ , SO ₂ , PO ₄ , C ₂ H ₄ gaz salınımları
3	Honma, S., Hu J. (2008)	Japonya’nın 47 bölgesi	Ev, sanayi ve ticari amaçla üretilen elektrik enerjisiyle birlikte işgüc÷, özel ve devlet sermaye stoku	GSYİH
4	Camimoto F., Rebellatto D., Rocah R. (2016)	BRICS ÷lkeleri	Yerli sermaye stoku, işgüc÷ ve enerji kullanımları	İstenen çıktı: GSYİH İstenmeyen çıktı: CO ₂
5	Heidari M. D., Omid M., Akram A. (2011)	İran’da faaliyet gösteren 44 tavuk eti üretim çiftliği	Cıvciv sayısı, kullanılan yem miktarının, dizel yakıtın ve insan- ekipman gücünün enerji birimi karşılıkları, harcanan elektrik enerjisi	÷retilen tavuk etinin ve gübre miktarının enerji karşılığı eşdeğerleri
6	Khoshroo A., Mulwa R. (2014)	İran’da faaliyet gösteren 38 ceviz üreticisi	İnsan gücü, makine, kimyasal ilaç, gübre, dizel yakıt ve sulama suyunun enerji cinsinden karşılıkları, harcanan elektrik enerjisi	Ceviz üretimi
7	Chauhan N. S., Mohapatra	Hindistan’ın West Bengal bölgesindeki	Elektrik ve dizel yakıt enerjisi, gübre, kimyasal ilaç, tohum, iş	Pirinç üretimi

	P. K. J., Pandey K. P. (2006)	pirinç üretimi yapan tarlalar	gücü ve tarla yüzölçümü	
8	Cui, Q., Li, Y. (2015)	11 hava yolu şirketi	Ana sermaye, çalışan sayısı, uçak yakıtı miktarı	Km-ton başına gelir, km-ton başına yolcu sayısı, toplam işletme geliri, salınan CO ₂ 'e ait endeks
9	Ramanathan R. (2000)	Hindistan'ın demiryolu ve karayolu taşımacılığı	Harcanan enerji	Km başına yolcu, km başına yük
10	Onut S., Soner S. (2006)	Antalya bölgesinde faaliyet gösteren beş yıldızlı 32 otel	Harcanan elektrik enerjisi, su ve gaz miktarı	Doluluk oranı, yıllık ciro ve misafir sayısı
11	Hui S. C., Wan M. C. (2013)	Hong Kong'da faaliyet gösteren 4 yıldızlı bir otelin 12 aylık göstergeleri	Elektrik, gaz ve su kullanımları, dış ortam sıcaklığı, nem oranı	Geceleme sayısı, misafir sayısı ve yiyecek içecek stoku

Küresel ısınmanın beraberinde getireceğini düşünüldüğü ciddi tehlikeler, artan enerji fiyatları, azalan enerji kaynakları, yaşanan güvenlik sıkıntıları ve sürdürülebilir bir kalkınmanın gerekliliği dolayısıyla bilim insanları tarafından yürütülen enerji verimliliği - etkinliği çalışmaları son yıllarda oldukça hızlanmıştır.

Zhou vd. tarafından 2008 yılında gerçekleştirilen VZA ile yapılmış enerji ve çevre konularını ele alan çalışmalara dair literatür araştırmasına göre; çalışmaların %4'lük kısmının sadece teoriden, %24'lük kısmının sadece uygulamadan, %72'lik kısmının ise hem teoriden hem de uygulamadan oluştuğu tespit edilmiştir. Toplam

Çalışmaların sadece %8'inin enerji verimliliği-etkinliği üzerine olduğu görülmektedir.

Doğan ve Tuğcu (2015), G-20 lkelerinin elektrik enerjisi üretiminde gösterdikleri enerji etkinliklerini karşılaştırmak amacıyla yaptıkları VZA analizinde, beşer yıllık periyotlarla 1990, 1995, 2000, 2005 ve 2011 yıllarına ait elektrik enerjisi üretim değerlerini çıktı değişkeni olarak ele almışlardır. Girdi değişkeni olarak ise ülkelerin elektrik enerjisi üretiminde kullandıkları hidroelektrik, doğal gaz, kömür, nükleer enerji, petrol ve yenilenebilir enerji miktarları yer almaktadır. Analizler girdi odaklı CCR modeli üzerinden yapılmış ve teknik etkinlik-süper etkinlik sonuçlarına ulaşılmıştır. Sonuçlara göre; 1990 ve 1995 yıllarında 16 ülke etkin, 2 ülke etkin değildir. 2000 yılında 13 ülke etkin, 5 etkin değil çıkarken 2005 ve 2011 yıllarında 15 ülke etkin ve 3 ülke etkin değildir. Rusya ve Çin enerji üretiminde yüksek verimliliğe sahip ülkeler olarak çıkarken, Fransa ve AB lkeleri 5 periyodun dördünde etkin değil olarak gözükmektedirler. Brezilya ve Kore'nin 5 periyodun hepsinde ilk 5 içinde yer almaları dikkat çekerken, ABD ve Hindistan'ın, 2005 ve 2011 yıllarında etkinsiz oldukları görülmektedir.

Klasik yaklaşımda makro boyutta enerji etkinlik endeksi hesaplama yöntemi, bir birim çıktı için kullanılan enerji miktarını dikkate almaktadır. Buna karşılık; Wang (2015) enerji etkinlik endeksinin VZA ile belirlenmesinin metodolojisini ve uygulamasını anlattığı ve İspanya'da bulunan 25 rüzgar enerjisi üreten çiftliğin verilerine dayanarak yaptığı çalışmasını sunduğu makalesinde; daha kapsayıcı ve uygun bir enerji etkinlik hesaplama yönteminin gerekliliğinden bahsetmekte, bunu da toplam faktör enerji etkinliği endeksi olarak nitelemektedir. Wang (2015)'e göre

toplam faktör enerji etkinliği endeksi ancak; girdi olarak elektrik enerjisi haricinde üretim sistemlerinde kullanılan hammadde, işçilik, sermaye gibi birçok unsurun; çıktılarda ise ekonomik ve üretimsel olarak beklenen çıktılarda yanında, beklenmeyen ve istenmeyen çıktılarda da dikkate alınmasıyla belirlenebilir. Buna göre çalışmada girdi olarak yıl başına harcanan beton, çelik, epoksi reçinesi, makine yağı ve çalışma saatleri değerlendirmeye katılırken; istenen çıktı olarak yıl başına üretilen elektrik enerjisi, istenmeyen çıktı olarak ise küresel ısınmaya ve çevre kirliliğine sebep olan ve istenmeyen CO₂, SO₂, PO₄, C₂H₄ gibi gazların salınımları dikkate alınmıştır. Çalışmada ölçeğe göre sabit veya değişken getirili olma durumuna, girdi odaklı veya çıktı odaklı olma durumuna, radyal ya da doğrusal olması durumuna göre dört farklı VZA tekniği açısından elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir.

Honma ve Hu (2008), Japonya'nın 47 bölgesi üzerinde yaptıkları analizlerinde toplam faktör etkinliğini belirlemeyi hedeflemiş ve girdi unsurları olarak ev, sanayi ve ticari amaçla üretilen elektrik enerjisiyle birlikte işgücü, özel ve devlet sermaye stoğu gibi 14 unsuru seçmiştir. Tek çıktı değeri ise Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYİH)'dır. Analizler 1993-2003 seneleri arası 10 yıllık periyodun verilerine dayandırılmıştır.

Camioto vd, (2016) BRICS ülkelerinin (Brezilya, Rusya, Hindistan, Çin ve Güney Afrika Cumhuriyeti) 1993-2010 yılları arasına ait veriler üzerine yaptıkları enerji etkinliği VZA analizinde; girdi unsurları olarak gayri safi sabit sermaye oluşumları ile işgücü ve enerji kullanımlarını; istenen çıktı unsuru olarak GSYİH, istenmeyen çıktı unsuru olarak ise salınan CO₂ gazı miktarlarını dikkate almışlardır.

VZA analizinde toplam faktör enerji etkinliği endeksinin hesaplanması hedeflenmiş, buna göre artık miktar tabanlı VZA (slack based DEA) analizi yapılmış ve bulunan değerlere göre hesaplamalar yapılmıştır. Analiz sonucunda; toplam faktör enerji verimliliğine en yüksek oranda sahip ülke Brezilya olurken onu Güney Afrika Cumhuriyeti, Çin, Hindistan ve Rusya takip etmektedir.

Heidari vd. (2011) İran’da faaliyet gösteren tavuk eti üretim çiftliklerindeki enerji tüketimini optimize etmek amacıyla 6 farklı köyden toplam 44 tavuk eti üretim çiftliğine ait verilere birebir sorgulama yoluyla ulaşmışlardır. Girdi odaklı CCR ve BCC modellerini kullandıkları VZA analizinde; çiftliklere ait civciv sayısının, kullanılan yem miktarının, dizel yakıtın ve insan-ekipman gücünün enerji birimi karşılıkları ile elektrik enerjisini girdi; üretilen tavuk etinin ve gübre miktarının enerji karşılığı eşdeğerlerini de çıktı olarak seçmişlerdir. Yapılan analizlerde CCR modeline göre 10 çiftliği teknik etkin, BCC modeline göre ise 16 çiftliği saf teknik etkin bulmuşlardır. Sonuçlara göre tavuk eti üretim çiftliklerinin analiz sonuçlarını dikkate almaları halinde girdi olarak kullandıkları toplam enerji miktarlarında %11’lik bir tasarruf yapabilecekleri görülmüştür.

Khoshroo ve Mulwa (2014), İran’da ceviz üretimindeki enerji etkinliğini araştırmak amacıyla 38 ceviz üretim bahçesine ait verileri yüz yüze görüşmede alınan cevaplardan sağlamışlardır. Girdi odaklı CCR ve BCC modelleri ile teknik etkinliğin, saf teknik etkinliğin ve ölçek etkinliğinin belirlendiği çalışmalarında; kullanılan insan gücü, makine, kimyasal ilaç, gübre, dizel yakıt ve sulama suyunun enerji cinsinden karşılıkları ile elektrik enerjisi girdi olarak seçilmiştir. Tek çıktı değişkeni ise ceviz üretimidir. VZA sonucunda CCR modeline göre 6 adet, BCC

modeline göre ise 13 adet ceviz üreticisi etkin çıkarken, 6 üretici ölçek etkinliğine sahiptir. Etkin olanlar ile olmayanlar arasındaki farklar daha çok kullanılan kimyasal ilaç, potasyum gübresi, makine ve sulama suyu miktarlarından kaynaklanmaktadır. Çalışmanın sonucu, etkin olmayan üreticilerin üretim ölçeklerini optimum seviyeye getirmeleri halinde, üretim miktarlarında herhangi bir değişiklik olmadan %14,8'lik bir enerji tasarrufunun mümkün olabileceğini göstermektedir.

Chauhan vd. (2005), Hindistan'da pirinç üretimi yapan tarlaların ürettikleri pirince karşılık harcadıkları elektrik ve dizel yakıt enerjisi ile gübre, kimyasal ilaç, tohum, iş gücü ve tarla yüzölçümünü karşılaştırmış, bu değerlere göre göreceli bir etkinlik analizi yapmışlardır. Çalışmanın amacı pirinç üretim tarlalarında kullanılan enerji miktarlarının azaltılması yoluyla enerji etkinliğinin nasıl artırılacağıdır. Analiz sonuçlarının dikkate alınmasıyla toplam enerji girdisinde %11,6'lık bir tasarrufun mümkün olduğu değerlendirilmiştir.

Ulaşım alanındaki VZA uygulamalarına bakıldığında, Cui ve Li'nin 2015 yılındaki çalışması dikkat çekmektedir. Bu çalışmada, 11 hava yolu şirketinin 2008-2012 yılı arasındaki verileri enerji etkinliği açısından literatürde kısmen yeni olan 'Virtual Frontier Benevolent DEA Cross Efficiency Model (VFB-DEA)' isimli farklı bir VZA yöntemiyle ele alınmış ve analizin geçerliliği ve uygulanabilirliği Spearman korelasyon katsayıları bulunarak test edilmiştir. Analizde ana sermaye, çalışan sayısı ve kullanılan uçak yakıtı miktarları girdi değişkeni olarak seçilirken; çıktı değişkenleri km-ton başına gelir, km-ton başına yolcu sayısı, toplam işletme geliri ve salınan CO₂'e ait endeks seçilmiştir. Buna göre; sürdürülebilir enerji etkinliğinde sermayenin önemli bir rol oynadığı sonucuna varılmış, araştırma verilerinin alındığı

tarikhlerdeki ABD sermaye piyasalarındaki krizin bu durumu etkilediği değerlendirilmiştir.

Ramanathan ise 2000 yılındaki çalışmasıyla, çeşitli ulaşım türlerinin enerji etkinliklerini karşılaştırmak amacıyla, 1981-1994 yılları arasındaki veriler üzerinden Hindistan'ın karayolu ve demiryolu yolcu ve yk taşımacılığını ele almıştır. alışmasında girdiyi harcanan enerji miktarı oluştururken, ıktıları kilometre başına yolcu ve yük değerleri oluşturmuştur. Değerlendirmelerini CCR girdi odaklı modeli kullanarak yapmıştır.

Enerji etkinliği performanslarının karşılaştırmasının yapıldığı bazı çalışmaların turizm sektörüne de yönelik olduğu görülmektedir. Onut ve Soner (2006), Antalya bölgesinde faaliyet gösteren beş yıldıızlı 32 otelin enerji etkinliği performanslarını karşılaştırmak amacıyla yaptıkları çalışmalarında, girdi olarak otellerin harcadıkları elektrik enerjisi, su ve gaz miktarını alırken çıktı olarak doluluk oranını, yıllık ciroyu ve misafir sayısını kullanmışlardır. Analiz girdi odaklı CCR model üzerinden yapılmış olup sonuçlara göre 8 otelin etkin, 24 otelin ise etkin olmadığı görülmüş, etkin olmayan otellerin etkinlik seviyesine ulaşabilmeleri için önerilerde bulunulmuştur. Diğer alışma ise Hui ve Wan (2013) tarafından Hong Kong'da faaliyet gösteren otellerin enerji etkinlik performanslarını belirlemek için CCR girdi odaklı model üzerinden örnek bir otelin 12 aylık verilerine dayanılarak yapılmıştır. Çalışmada girdi değişkenleri olarak otelin aylık bazda elektrik, gaz ve su kullanımları, dış ortam sıcaklığı ve nem oranı dikkate alınırken, çıktı değişkeni olarak geceleme sayısı, misafir sayısı ve yiyecek içecek stokları seçilmiştir.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3 EV TİPİ ÇAMAŞIR VE BULAŞIK MAKİNALARINA İLİŞKİN VERİ ZARFLAMA ANALİZİ UYGULAMALARI

3.1 Veri, Amaç ve Yöntem

Alan çalışması bölümünde ev tipi çamaşır ve bulaşık makinalarının kaynak kullanımları ve performansları ile ilgili Veri Zarflama Analizi tabanlı etkinlik ölçümü uygulamaları yapılmıştır. Çalışmanın amacı; enerji verimlilik sınıflarına göre gruplandırıldığında ve gruplandırılmadığında çamaşır ve bulaşık makinalarının beyan ve test sonucu verilerinin etkinlik değerlendirmelerinin yapılmasıdır. Ayrıca kaynak kullanım göstergeleri açısından etkin ve etkin olmayan marka-modellerin belirlenmesi hedeflenmiş ve etkin olmayan ürünler için sistemlerinde iyileştirme politikaları önerilmiştir. Belirtildiği gibi, tüm bu etkinlik ölçümlerinin çamaşır ve bulaşık makinalarının beyan ve test sonucu kaynak kullanım değerlerine göre yapılmış olmasından dolayı, uygulamalar temel olarak enerji verimlilik sınıflarına göre kaynak kullanım etkinliği başlıkları altında toplanmıştır.

Çalışmanın uygulama bölümünde kullanılan veriler; Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'nın da tarafı olduğu Küresel Çevre Fonu (GEF) destekli “Türkiye’de Enerji Verimli Cihazların Piyasa Dönüşüm Projesi” kapsamında numune alınan ev tipi çamaşır ve bulaşık makinalarının beyan ve test sonucu

verilerinden oluşmaktadır.¹³ Paylaşılan verilere göre, ürünleri temsil eden markalar harflerle; her bir ürün grubundaki aynı markanın ürünleri ise rakamlarla kodlanmıştır. Veri zarflama analizinde çamaşır makinaları için KVB'ler 36, bulaşık makinaları için ise 27 adettir. Tablo 3.1 ve 3.2'de bilgileri verilen bu ürünlerin enerji verimlilik endekslerine göre kaynak kullanımları düşünüldüğünde ciddi farklılıklar doğmaktadır. Veri zarflama analizi uygulaması için eksik, yanıltıcı yorumlara sebebiyet vermemek için karar verme birimleri daha homojen yapı sergilemelidir. Bu amaçla alan çalışmasında; çamaşır makinaları, 36 çamaşır makinası için enerji etiketi beyan enerji verimlilik endeksleri esas alınarak 3 gruba; bulaşık makinaları, 27 bulaşık makinası için enerji etiketi beyan enerji verimlilik endeksleri esas alınarak 2 gruba ayrılmıştır. Analizdeki çamaşır makinalarından; EEI'leri 46'dan küçük olanlar A+++, $46 \leq EEI < 52$ arasında olanlar A++, $52 \leq EEI < 59$ ise A+ enerji sınıfını; bulaşık makinalarından ise; EEI'leri $50 \leq EEI < 56$ olanlar A++, $56 \leq EEI < 63$ ise A+ enerji sınıfını göstermektedir. Çamaşır makinası ürün grubu içinde; A+ olarak 9, A++ olarak 7, A+++ olarak 20 ürün KVB olarak analize dahil edilirken; bulaşık makinalarında KVB olarak analize dahil edilen ürün sayısı A+ için 21, A++ için ise 6 tanedir. Bu ürünler Tablo 3.1 ve Tablo 3.2 aracılığıyla sunulmaktadır.

¹³ Tezin uygulama kısmında kullanılan veriler; Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'na verilen 27/10/2016 tarih 43537 sayılı veri kullanabilme izin dilekçesine istinaden; yine Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'nın 03/11/2016 tarihli ve 61490551- 599- E.41142 sayılı resmi veri kullanabilme izin oluru yazısı ile paylaşılan verilerdir. (EK-1)

Tablo 3.1 Enerji verimlilik sınıfına göre gruplanmış çamaşır makinalarına ait veriler

No	Marka Model (KVB)	Ürün Beyan Değerleri				Ürün Test Sonucu Değerleri		
		Enerji Sınıfı	Yıllık enerji tüketimi (kWh/yıl)	Yıllık su tüketimi (lt/yıl)	Yıkama verimlilik endeksi (I _w)	Yıllık enerji tüketimi (kWh/yıl)	Yıllık su tüketimi (lt/yıl)	Yıkama verimlilik endeksi (I _w)
1	E1	A+	158	7260	1,07	128	6820	1,001
2	E2	A+	194	8800	1,05	170,81	7700	0,992
3	F1	A+	223	10532	1,03	217,2	10340	0,922
4	F2	A+	278	12254	1,06	241,66	11220	0,934
5	H1	A+	182	8800	1,1	162,23	7920	1,122
6	J1	A+	252	10500	1,1	250,17	10340	1,037
7	K1	A+	250	10224	1,05	233,4	10560	1,029
8	N1	A+	254	11660	1,05	207,47	10560	1,05
9	O1	A+	195	10560	1,1	180,53	11220	1,0446
No	Marka Model (KVB)	Ürün Beyan Değerleri				Ürün Test Sonucu Değerleri		
		Enerji Sınıfı	Yıllık enerji tüketimi (kWh/yıl)	Yıllık su tüketimi (lt/yıl)	Yıkama verimlilik endeksi (I _w)	Yıllık enerji tüketimi (kWh/yıl)	Yıllık su tüketimi (lt/yıl)	Yıkama verimlilik endeksi (I _w)
1	D1	A++	194	10000	1,03	163,6	8800	1,024
2	F3	A++	215	11660	1,1	203,88	11000	1,036
3	F4	A++	244	12056	1,05	230,62	13860	0,994
4	I1	A++	245	12254	1,05	208,37	11880	1,02
5	I2	A++	244	12056	1,1	247,5	12540	1,086
6	J2	A++	271	12900	1,03	271,2	10780	1,018
7	R1	A++	193	9994	1,05	191,54	9900	1,003
No	Marka Model (KVB)	Ürün Beyan Değerleri				Ürün Test Sonucu Değerleri		
		Enerji Sınıfı	Yıllık enerji tüketimi (kWh/yıl)	Yıllık su tüketimi (lt/yıl)	Yıkama verimlilik endeksi (I _w)	Yıllık enerji tüketimi (kWh/yıl)	Yıllık su tüketimi (lt/yıl)	Yıkama verimlilik endeksi (I _w)
1	A1	A+++	160	9020	1,2	147,07	9680	1,121
2	A2	A+++	135	9900	1,05	132,4	10120	0,996
3	A3	A+++	192	10120	1,1	173,06	9020	1,007
4	B1	A+++	195	10800	1,2	193,8	9460	1,09
5	B2	A+++	157	10560	1,05	146,36	11000	1,015
6	B3	A+++	175	9400	1,05	185,23	8580	1,027
7	B4	A+++	196	8400	1,25	196,33	9240	1,243
8	C1	A+++	211	12320	1,1	214,51	12320	1,105
9	D2	A+++	192	11000	1,1	194,18	9240	1,047
10	D3	A+++	166	11900	1,05	182,45	11440	0,999
11	D4	A+++	214	12000	1,08	233,17	11440	1,045
12	E3	A+++	192	10120	1,05	150,08	8800	0,999

13	F5	A+++	216	12254	1,03	203,59	11220	0,975
14	G1	A+++	158	7700	1,1	136,58	7480	1,124
15	G2	A+++	137	10120	1,05	122,63	9900	1,012
16	J3	A+++	239	12900	1,03	240,13	13860	0,996
17	L1	A+++	196	11300	1,06	192,84	11440	1,102
18	L2	A+++	177	8200	1,03	165,67	8580	1,021
19	M1	A+++	187	11099	1,05	200,26	11000	1,067
20	P1	A+++	163	9899	1,08	129,89	10730	1,011

Tablo 3.2 Enerji verimlilik sınıfına göre gruplanmış bulaşık makinalarına ait veriler

No	Marka Model (KVB)	Ürün Beyan Değerleri				Ürün Test Sonucu Değerleri		
		Enerji Sınıfı	Yıllık enerji tüketimi (kWh/yıl)	Yıllık su tüketimi (lt/yıl)	Temizleme verimlilik endeksi (I _c)	Yıllık enerji tüketimi (kWh/yıl)	Yıllık su tüketimi (lt/yıl)	Temizleme verimlilik endeksi (I _c)
1	A1	A+	291	4200	1,16	317,03	4144	1,08
2	A2	A+	290	3920	1,14	292,83	3976	1,06
3	B1	A+	291	3360	1,15	277,45	3136	1,14
4	B2	A+	276	3360	1,12	290,2	3024	1,08
5	B3	A+	289	3920	1,13	274,06	2912	1,12
6	C1	A+	273	3360	1,16	296,68	3416	0,93
7	C2	A+	285	2510	1,12	294,73	2632	0,94
8	C3	A+	273	3360	1,15	301,11	3528	1,1
9	E1	A+	291	4200	1,12	318,15	4144	1,05
10	E2	A+	291	4200	1,14	284,35	4172	1,16
11	F1	A+	299	3360	1,12	300,31	3360	0,98
12	F2	A+	295	3080	1,13	275,86	3304	1,13
13	G1	A+	290	3360	1,12	270,44	2548	1,01
14	H1	A+	290	3920	1,16	290,61	3808	1,21
15	I1	A+	295	3080	1,13	312,12	3220	1,11
16	J1	A+	291	3350	1,12	326,8	3556	0,99
17	K1	A+	285	3360	1,13	278,76	3556	1,08
18	L1	A+	290	3920	1,13	303,43	3668	1,15
19	M1	A+	270	3080	1,13	296,51	2912	0,91
20	S1	A+	295	3640	1,15	292,01	3752	1,14
21	T1	A+	273	3360	1,12	296,24	3668	1,09
No	Marka Model (KVB)	Ürün Beyan Değerleri				Ürün Test Sonucu Değerleri		
		Enerji Sınıfı	Yıllık enerji tüketimi (kWh/yıl)	Yıllık su tüketimi (lt/yıl)	Temizleme verimlilik endeksi (I _c)	Yıllık enerji tüketimi (kWh/yıl)	Yıllık su tüketimi (lt/yıl)	Temizleme verimlilik endeksi (I _c)
1	A3	A++	262	2800	1,12	286,16	2940	1,11

2	D1	A++	264	2600	1,14	271,93	2632	0,97
3	D2	A++	264	2800	1,12	234,28	2408	0,92
4	G2	A++	258	2800	1,15	266,23	2548	1,1
5	H2	A++	266	2800	1,12	299,89	2940	1,02
6	S2	A++	262	2772	1,17	271,91	2688	1,17

Veri zarflama analizi için seçilen girdi ve çıktı değişkenleri, daha önceki enerjiyle ilgili kaynak kullanımı üzerine yapılan ulusal ve uluslararası bilimsel çalışmalarda sıklıkla kullanılmış olan unsurlardan seçilmiştir. Kaynak kullanımı etkinliği için yapılacak analizde, girdi değişkenleri olarak yıllık enerji tüketimi (kWh/yıl), yıllık su tüketimi (lt/yıl); çıktı değişkeni olarak ise çamaşır makinaları için yıkama verimlilik endeksi (I_w), bulaşık makinaları için temizleme verimlilik endeksi (I_c) alınmıştır (Tablo 3.3). İkinci bölümde değindiğimiz üzere, literatürde karar verme birimleri sayısının girdi ve çıktı değişken sayısının belli bir oranından fazla olmaması durumunda klasik CCR ve BCC modellerinin sınıflama gücü düşer (Vassiloğlu ve Giokas, 1990; Dyson vd. 2002). Ancak çalışmamızda A++ bulaşık makinalarında dahi 6 KVB'nin ve toplam 3 değişkenin olduğu bir deneysel durumda yapılacak kaynak kullanım etkinliği analizi için böylesi bir sınıflama probleminin ortaya çıkmayacağı söylenebilir. Veri zarflama analizi programlarından Max Dea 6.9 ile yaptığımız bu etkinlik analizi uygulamasında, CCR ve BCC girdi odaklı modeller tercih edilmiştir. Birinci bölümde detaylı şekilde anlattığımız üzere enerji kaynaklarının kullanımının doğrudan insan hayatını etkileyen bir faktör olması nedeniyle, enerjiyle ilgili hizmetlerin sunumunda ve kontrolünde devletin rolünün olması gerektiği değerlendirilmektedir. Bu durumu temel alarak enerji kaynaklarının kullanımının etkinlik çalışmalarında; harcama kaynaklarının kullanımında israfı önleyerek kamu ve doğa yararını gözetmek hedefiyle girdi odaklı modeller tercih edilmiştir.

Tablo 3.3 Enerjiyle ilgili kaynak kullanım etkinliği ölçümü için veri zarflama analizinde kullanılan girdi ve çıktı değişkenleri

Girdi Değişkenleri	Çıktı Değişkenleri
Yıllık enerji tüketimi (kWh/yıl), Yıllık su tüketimi (lt/yıl)	Yıkama verimlilik endeksi (I_w) : Çamaşır makinaları için Temizleme verimlilik endeksi (I_c) : Bulaşık makinaları için

3.2 Ev Tipi Çamaşır Makinalarının Kaynak Kullanımına Dair VZA Etkinlik Analizleri

VZA uygulaması, enerji sınıfına göre 3'e ayrılmış 36 çamaşır makinası için gruplama yapılarak ve yapılmadan, CCR ve BCC girdi odaklı modelleri üzerinden, enerji etiketi beyanı ve test sonucu verileri kullanılarak yapılmıştır. Elde edilen etkinlik analizi sonuçları tablolar aracılığıyla verilmektedir.

3.2.1 A+ Çamaşır Makinaları VZA Etkinlik Analiz Sonuçları

A+ enerji sınıfındaki çamaşır makinalarının enerji etiketi beyanı ve test sonucu veri setine ait girdi ve çıktı değişkenlerine ilişkin istatistiksel bilgiler Tablo 3.4'te sunulmaktadır.

Tablo 3.4 A+ çamaşır makinalarının enerji etiketi beyanı ve test sonucu kaynak kullanımı değerlerine yönelik etkinlik analizi girdi ve çıktı değişkenlerinin istatistiksel bilgileri

İstatistik Türü	Beyan değerler			Test sonucu değerler		
	Girdiler		Çıktılar	Girdiler		Çıktılar
	Yıllık enerji tüketimi (kWh/yıl)	Yıllık su tüketimi (lt/yıl)	Yıkama verimlilik endeksi (I _w)	Yıllık enerji tüketimi (kWh/yıl)	Yıllık su tüketimi (lt/yıl)	Yıkama verimlilik endeksi (I _w)
En Büyük Değer	278	12254	1,1	250,17	11220	1,122
En Küçük Değer	158	7260	1,03	128	6820	0,922
Ortalama	217	10065,56	1,0677	199,052	9631,111	1,0146
Standart Sapma	41,524	1544,419	0,0263	41,1603	1671,051	0,0614

3.2.1.1 CCR Modeli Kaynak Kullanımı Teknik Etkinlik ve Gelişme Oranları Analiz Sonuçları

Enerji etiketi beyan değerleri ve test sonucu değerlerine ilişkin kaynak kullanım değerlerine göre, A+ çamaşır makinaları CCR girdi odaklı VZA modeliyle analiz edilmiş olup teknik etkinlik değerleri ve gelişme oranları tespit edilmiştir. Her iki duruma göre elde edilen sonuçlar Tablo 3.5’te sunulmaktadır.

Tablo 3.5 A+ çamaşır makinalarının kaynak kullanımının CCR modeli ile elde edilen teknik etkinlik skorları ve gelişme oranları

Beyan değerlerine göre CCR Modeli					Test sonucu değerlerine göre CCR Modeli			
No	KVB	Teknik Etkinlik Skoru (TE _{CCR})	Girdi 1 (Yıllık enerji tüketimi)	Girdi 2 (Yıllık su tüketimi)	KVB	Teknik Etkinlik Skoru (TE _{CCR})	Girdi 1 (Yıllık enerji tüketimi)	Girdi 2 (Yıllık su tüketimi)
			Gelişme Oranı	Gelişme Oranı			Gelişme Oranı	Gelişme Oranı
1	E1	1,0000	0,00%	0,00%	E1	1,0000	0,00%	0,00%
2	H1	0,8924	-10,75%	-15,19%	H1	0,9652	-11,56%	-3,48%

3	O1	0,8329	-16,70%	-29,32%	E2	0,8777	-25,74%	-12,22%
4	E2	0,8095	-20,08%	-19,04%	O1	0,7399	-26,01%	-36,57%
5	J1	0,7108	-35,54%	-28,92%	J1	0,6832	-46,99%	-31,67%
6	K1	0,6968	-37,98%	-30,32%	N1	0,6774	-35,28%	-32,26%
7	F1	0,6820	-31,80%	-33,64%	K1	0,6639	-43,62%	-33,61%
8	N1	0,6110	-38,96%	-38,90%	F1	0,6075	-45,72%	-39,25%
9	F2	0,5869	-43,70%	-41,31%	F2	0,5671	-50,58%	-43,28%
Ortalama		0,758	-26,17%	-26,29%		0,753	-31,72%	-25,82%

Tablo 3.5'te yer alan A+ çamaşır makinaları kaynak kullanımı için yapılan CCR analizi etkinlik sonuçları incelendiğinde; hem beyan hem de test sonucu değerlerine göre E1 ürününün etkinlik seviyesinin “1” olduğu görülmektedir. Ayrıca A+ çamaşır makinalarının beyan değerlerine göre ortalama teknik etkinlik değeri 0,758 , test sonucu ortalama teknik etkinlik değeri ise 0,753 olarak bulunmuştur.

Tablo 3.5'te sunulan potansiyel iyileşme oranları dikkate alınarak teknik etkin olmayan KVB'lerin etkinliklerinin iyileştirilmesi amacıyla CCR girdi odaklı VZA modeli analiz sonuçları değerlendirildiğinde;

Beyan değerlerine göre teknik etkin olmayan ürünlerin etkin olabilmesi;

- Girdi 1 yıllık enerji tüketimi değişkeninde hedef değerlerin gerçekleştirilmesi için %10,75 - %43,7 arasında değişen oranlarda azalmaya gidilmesiyle,
- Girdi 2 yıllık su tüketimi değişkeninde hedef değerlerin gerçekleştirilmesi için %15,19 - %41,31 arasında değişen oranlarda azalmaya gidilmesiyle mümkündür.

Test sonucu değerlerine göre teknik etkin olmayan ürünlerin etkin olabilmesi;

- Girdi 1 yıllık enerji tüketimi değişkeninde hedef değerlerin gerçekleştirilmesi için %11,56 - %50,58 arasında değişen oranlarda azalmaya gidilmesiyle,

- Girdi 2 yıllık su tüketimi değişkeninde hedef değerlerin gerçekleştirilmesi için %3,48 - %43,28 arasında değişen oranlarda azalmaya gidilmesiyle mümkündür.

3.2.1.2 BCC Modeli Kaynak Kullanımı Saf Teknik Etkinlik ve Gelişme Oranları Analiz Sonuçları

Enerji etiketi beyan değerleri ve test sonucu değerlerine ilişkin kaynak kullanım değerlerine göre, A+ çamaşır makinaları BCC girdi odaklı VZA modeliyle analiz edilmiş olup saf teknik etkinlik değerleri ve gelişme oranları tespit edilmiştir. Her iki duruma göre elde edilen sonuçlar Tablo 3.6'da sunulmaktadır.

Tablo 3.6 A+ çamaşır makinalarının kaynak kullanımının BCC modeli ile elde edilen saf teknik etkinlik skorları ve gelişme oranları

Beyan değerlerine göre BCC Modeli					Test sonucu değerlerine göre BCC Modeli			
No	KVB	Saf Teknik Etkinlik Skoru (PTE _{BCC})	Girdi 1 (Yıllık enerji tüketimi)	Girdi 2 (Yıllık su tüketimi)	KVB	Saf Teknik Etkinlik Skoru (PTE _{BCC})	Girdi 1 (Yıllık enerji tüketimi)	Girdi 2 (Yıllık su tüketimi)
			Gelişme Oranı	Gelişme Oranı			Gelişme Oranı	Gelişme Oranı
1	H1	1,0000	0,00%	0%	H1	1,0000	0,00%	0,00%
2	E1	1,0000	0,00%	0%	E1	1,0000	0,00%	0,00%
3	O1	0,9333	-6,67%	-16,67%	E2	0,8857	-25,06%	-11,43%
4	J1	0,8381	-27,78%	-16,19%	O1	0,7773	-22,27%	-35,68%
5	E2	0,8250	-18,56%	-17,50%	J1	0,6912	-44,76%	-30,88%
6	K1	0,7100	-36,80%	-28,99%	N1	0,6880	-31,62%	-31,20%
7	F1	0,7085	-29,15%	-31,07%	K1	0,6699	-41,76%	-33,01%
8	N1	0,6226	-37,80%	-37,74%	F1	0,6595	-41,07%	-34,04%
9	F2	0,5924	-43,17%	-40,75%	F2	0,6078	-47,03%	-39,22%
Ortalama		0,803	-22,21%	-20,99%		0,775	-28,18%	-23,94%

Tablo 3.6'da yer alan A+ çamaşır makinaları kaynak kullanımı için yapılan BCC analizi etkinlik sonuçları incelendiğinde; hem beyan hem de test sonucu değerlerine göre sırasıyla H1 ve E1 çamaşır makinalarının saf teknik etkinlik

seviyesinin “1” olduğu gör÷lmektedir. Ayrıca A+ amaşır makinalarının beyan değerlerine g÷re ortalama saf teknik etkinlik değeri 0,803 , test sonucu ortalama saf teknik etkinlik değeri ise 0,775 olarak bulunmuştur.

Tablo 3.6’da sunulan potansiyel iyileşme oranları dikkate alınarak saf teknik etkin olmayan KVB’lerin etkinliklerinin iyileştirilmesi amacıyla BCC girdi odaklı VZA modeli analiz sonuçları değerlendirildiğinde;

Beyan değerlerine g÷re saf teknik etkin olmayan r÷nlerin etkin olabilmesi;

- Girdi 1 yıllık enerji t÷ketimi değişkeninde hedef değerlerin gerçekleştirilmesi için %6,67 - %43,17 arasında değişen oranlarda azalmaya gidilmesiyle,
- Girdi 2 yıllık su t÷ketimi değişkeninde hedef değerlerin gerçekleştirilmesi için %16,19 - %40,75 arasında değişen oranlarda azalmaya gidilmesiyle m÷mk÷nd÷r.

Test sonucu değerlerine g÷re saf teknik etkin olmayan r÷nlerin etkin olabilmesi;

- Girdi 1 yıllık enerji t÷ketimi değişkeninde hedef değerlerin gerçekleştirilmesi için %22,27 - %47,03 arasında değişen oranlarda azalmaya gidilmesiyle,
- Girdi 2 yıllık su t÷ketimi değişkeninde hedef değerlerin gerçekleştirilmesi için %11,43 - %39,22 arasında değişen oranlarda azalmaya gidilmesiyle m÷mk÷nd÷r.

3.2.1.3 Ölçek Etkinliği Analiz Sonuçları

r÷nlerin sahip olduğu teknik ve saf teknik etkinlikler arasında meydana gelen ölçek farklarının ortaya konulması amacıyla ölçek farkı analizleri yapılmıştır.

A+ çamaşır makinalarının beyan ve test sonucu kaynak kullanım değerlerine ilişkin yapılan ölçek etkinliği analiz sonuçları Tablo 3.7’de sunulmuştur.

Tablo 3.7 A+ çamaşır makinalarının beyan ve test sonucu kaynak kullanımına ilişkin ölçek etkinliği analiz sonuçları

Beyan değerlerine göre				Test sonucu değerlerine göre		
No	KVB	Ölçek Etkinliği (SE)	Ölçeğe Göre Getiri (RTS)	KVB	Ölçek Etkinliği (SE)	Ölçeğe Göre Getiri (RTS)
1	E1	1,0000	Sabit	E1	1,0000	Sabit
2	F2	0,9906	Artan	E2	0,9910	Artan
3	N1	0,9813	Artan	K1	0,9909	Azalan
4	K1	0,9813	Artan	J1	0,9885	Azalan
5	E2	0,9813	Artan	N1	0,9846	Azalan
6	F1	0,9626	Artan	H1	0,9652	Azalan
7	O1	0,8924	Azalan	O1	0,9518	Azalan
8	H1	0,8924	Azalan	F2	0,9330	Artan
9	J1	0,8481	Azalan	F1	0,9210	Artan
Ortalama		0,947			0,969	

Tablo 3.7’de görüldüğü üzere; A+ çamaşır makinalarında enerji etiketi beyan ve test sonucu kaynak kullanım değerleri dikkate alındığında; her iki grupta SE skoru ‘1’ olan tek ürün E1’dir. Bu durumda tam ölçek etkinliğine sahip bu ürünün girdilerini çıktılarına dönüştürmede grubunda yer alan diğer ürünlere kıyasla daha iyi performans sergilediğini söyleyebiliriz.

3.2.2 A++ Çamaşır Makinaları VZA Etkinlik Analiz Sonuçları

A++ enerji sınıfındaki çamaşır makinalarının enerji etiketi beyanı ve test sonucu veri setine ait girdi ve çıktı değişkenlerine ilişkin istatistiksel bilgiler Tablo 3.8’de sunulmaktadır.

Tablo 3.8 A++ çamaşır makinalarının enerji etiketi beyanı ve test sonucu kaynak kullanımı değerlerine yönelik etkinlik analizi girdi ve çıktı değişkenlerinin istatistiksel bilgileri

İstatistik Türü	Beyan değerler			Test sonucu değerler		
	Girdiler		Çıktılar	Girdiler		Çıktılar
	Yıllık enerji tüketimi (kWh/yıl)	Yıllık su tüketimi (lt/yıl)	Yıkama verimlilik endeksi (I _w)	Yıllık enerji tüketimi (kWh/yıl)	Yıllık su tüketimi (lt/yıl)	Yıkama verimlilik endeksi (I _w)
En Büyük Değer	245	12900	1,1	245	12900	1,1
En Küçük Değer	193	9994	1,03	193	9994	1,03
Ortalama	222,5	11560	1,0585	222,5	11560	1,0585
Standart Sapma	25,177	1130,282	0,0296	25,177	1130,282	0,0296

3.2.2.1 CCR Modeli Kaynak Kullanımı Teknik Etkinlik ve Gelişme Oranları Analiz Sonuçları

Enerji etiketi beyan değerleri ve test sonucu değerlerine ilişkin kaynak kullanım değerlerine göre, A++ çamaşır makinaları CCR girdi odaklı VZA modeliyle analiz edilmiş olup teknik etkinlik değerleri ve gelişme oranları tespit edilmiştir. Her iki duruma göre elde edilen sonuçlar Tablo 3.9’da sunulmaktadır.

Tablo 3.9 A++ çamaşır makinalarının kaynak kullanımının CCR modeli ile elde edilen teknik etkinlik skorları ve gelişme oranları

Beyan değerlerine göre CCR Modeli					Test sonucu değerlerine göre CCR Modeli			
No	KVB	Teknik Etkinlik Skoru (TE _{CCR})	Girdi 1 (Yıllık enerji tüketimi)	Girdi 2 (Yıllık su tüketimi)	KVB	Teknik Etkinlik Skoru (TE _{CCR})	Girdi 1 (Yıllık enerji tüketimi)	Girdi 2 (Yıllık su tüketimi)
			Gelişme Oranı	Gelişme Oranı			Gelişme Oranı	Gelişme Oranı
1	R1	1,0000	0,00%	0,00%	D1	1,0000	0,00%	0,00%
2	D1	0,9803	-2,41%	-1,96%	R1	0,8706	-16,34%	-12,93%

3	F3	0,9404	-5,96%	-10,21%	F3	0,8118	-18,82%	-19,06%
4	I2	0,8684	-17,14%	-13,16%	J2	0,8115	-40,03%	-18,85%
5	F4	0,8289	-20,90%	-17,10%	I1	0,7820	-21,79%	-26,22%
6	I1	0,8155	-21,22%	-18,44%	I2	0,7442	-29,90%	-25,58%
7	J2	0,7599	-30,14%	-24,00%	F4	0,6886	-31,14%	-38,37%
Ortalama		0,885	-13,97%	-12,13%		0,815	-22,57%	-20,14%

Tablo 3.9’da yer alan A++ çamaşır makinaları kaynak kullanımı için yapılan CCR analizi etkinlik sonuçları incelendiğinde; beyan değerlerine göre R1 çamaşır makinasının, test sonucu değerlerine göre ise D1 çamaşır makinasının teknik etkinlik seviyesinin “1” olduğu görülmektedir. Ayrıca A++ çamaşır makinalarının beyan değerlerine göre ortalama teknik etkinlik değeri 0,885 , test sonucu ortalama teknik etkinlik değeri ise 0,815 olarak bulunmuştur.

Tablo 3.9’da sunulan potansiyel iyileşme oranları dikkate alınarak teknik etkin olmayan KVB’lerin etkinliklerinin iyileştirilmesi amacıyla CCR girdi odaklı VZA modeli analiz sonuçları değerlendirildiğinde;

Beyan değerlerine göre teknik etkin olmayan ürünlerin etkin olabilmesi;

- Girdi 1 yıllık enerji tüketimi değişkeninde hedef değerlerin gerçekleştirilmesi için %2,41 - %30,14 arasında değişen oranlarda azalmaya gidilmesiyle,
- Girdi 2 yıllık su tüketimi değişkeninde hedef değerlerin gerçekleştirilmesi için %1,96 - %24,00 arasında değişen oranlarda azalmaya gidilmesiyle mümkündür.

Test sonucu değerlerine göre teknik etkin olmayan ürünlerin etkin olabilmesi;

- Girdi 1 yıllık enerji tüketimi değişkeninde hedef değerlerin gerçekleştirilmesi için %16,34 - %40,03 arasında değişen oranlarda azalmaya gidilmesiyle,

- Girdi 2 yıllık su tüketimi değişkeninde hedef değerlerin gerçekleştirilmesi için %12,93 - %38,37 arasında değişen oranlarda azalmaya gidilmesiyle mümkündür.

3.2.2.2 BCC Modeli Kaynak Kullanımı Saf Teknik Etkinlik ve Gelişme Oranları Analiz Sonuçları

Enerji etiketi beyan değerleri ve test sonucu değerlerine ilişkin kaynak kullanım değerlerine göre, A++ çamaşır makinaları BCC girdi odaklı VZA modeliyle analiz edilmiş olup saf teknik etkinlik değerleri ve gelişme oranları tespit edilmiştir. Her iki duruma göre elde edilen sonuçlar Tablo 3.10'da sunulmaktadır.

Tablo 3.10 A++ çamaşır makinalarının kaynak kullanımının BCC modeli ile elde edilen saf teknik etkinlik skorları ve gelişme oranları

Beyan değerlerine göre BCC Modeli					Test sonucu değerlerine göre BCC Modeli			
No	KVB	Saf Teknik Etkinlik Skoru (PTE _{BCC})	Girdi 1 (Yıllık enerji tüketimi)	Girdi 2 (Yıllık su tüketimi)	KVB	Saf Teknik Etkinlik Skoru (PTE _{BCC})	Girdi 1 (Yıllık enerji tüketimi)	Girdi 2 (Yıllık su tüketimi)
			Gelişme Oranı	Gelişme Oranı			Gelişme Oranı	Gelişme Oranı
1	R1	1,0000	0%	0%	I2	1,0000	0,00%	0,00%
2	F3	1,0000	0%	0%	D1	1,0000	0,00%	0,00%
3	D1	0,9994	-0,52%	-0,06%	R1	0,8888	-14,59%	-11,11%
4	I2	0,9671	-11,89%	-3,28%	F3	0,8820	-11,79%	-13,42%
5	F4	0,8289	-20,90%	-17,10%	J2	0,8163	-39,68%	-18,37%
6	I1	0,8155	-21,22%	-18,44%	I1	0,7851	-21,49%	-25,93%
7	J2	0,7747	-28,78%	-22,53%	F4	0,7093	-29,06%	-36,51%
Ortalama		0,912	-11,90%	-8,77%		0,869	-16,66%	-15,05%

Tablo 3.10'da yer alan A++ çamaşır makinaları kaynak kullanımı için yapılan BCC analizi etkinlik sonuçları incelendiğinde; beyan değerlerine göre sırasıyla R1 ve F3 çamaşır makinalarının, test sonucu değerlerine göre ise sırasıyla I2 ve D1 çamaşır makinalarının saf teknik etkinlik seviyesinin “1” olduğu görülmektedir. Ayrıca A++

Çamaşır makinalarının beyan değerlerine göre ortalama saf teknik etkinlik değeri 0,912 , test sonucu ortalama saf teknik etkinlik değeri ise 0,869 olarak bulunmuştur.

Tablo 3.10’da sunulan potansiyel iyileşme oranları dikkate alınarak saf teknik etkin olmayan KVB’lerin etkinliklerinin iyileştirilmesi amacıyla BCC girdi odaklı VZA modeli analiz sonuçları değerlendirildiğinde;

Beyan değerlerine göre saf teknik etkin olmayan ürünlerin etkin olabilmesi;

- Girdi 1 yıllık enerji tüketimi değişkeninde hedef değerlerin gerçekleştirilmesi için %0,52- %28,78 arasında değişen oranlarda azalmaya gidilmesiyle,
- Girdi 2 yıllık su tüketimi değişkeninde hedef değerlerin gerçekleştirilmesi için %0,06 - %22,53 arasında değişen oranlarda azalmaya gidilmesiyle mümkündür.

Test sonucu değerlerine göre saf teknik etkin olmayan ürünlerin etkin olabilmesi;

- Girdi 1 yıllık enerji tüketimi değişkeninde hedef değerlerin gerçekleştirilmesi için %11,79 - %39,68 arasında değişen oranlarda azalmaya gidilmesiyle,
- Girdi 2 yıllık su tüketimi değişkeninde hedef değerlerin gerçekleştirilmesi için %11,11 - %36,51 arasında değişen oranlarda azalmaya gidilmesiyle mümkündür.

3.2.2.3 Ölçek Etkinliği Analiz Sonuçları

rnlerin sahip olduğu teknik ve saf teknik etkinlikler arasında meydana gelen ölçek farklarının ortaya konulması amacıyla ölçek farkı analizleri yapılmıştır.

A++ çamaşır makinalarının beyan ve test sonucu kaynak kullanım değerlerine ilişkin yapılan ölçek etkinliği analiz sonuçları Tablo 3.11’de sunulmuştur.

Tablo 3.11 A++ çamaşır makinalarının beyan ve test sonucu kaynak kullanımına ilişkin ölçek etkinliği analiz sonuçları

Beyan değerlerine göre				Test sonucu değerlerine göre		
No	KVB	Ölçek Etkinliği (SE)	Ölçeğe Göre Getiri (RTS)	KVB	Ölçek Etkinliği (SE)	Ölçeğe Göre Getiri (RTS)
1	R1	1,0000	Sabit	D1	1,0000	Sabit
2	I1	1,0000	Sabit	I1	0,9960	Artan
3	F4	1,0000	Sabit	J2	0,9941	Artan
4	J2	0,9809	Artan	R1	0,9794	Artan
5	D1	0,9809	Artan	F4	0,9707	Artan
6	F3	0,9404	Azalan	F3	0,9203	Azalan
7	I2	0,8979	Azalan	I2	0,7442	Azalan
Ortalama		0,971			0,943	

Tablo 3.11’de görüldüğü üzere; A++ çamaşır makinalarında enerji etiketi beyanı ve test sonucu kaynak kullanım değerleri dikkate alındığında; beyan değerlerine göre sırasıyla R1, I1 ve F4 çamaşır makinaları; test sonucu değerlerine göre ise D1 çamaşır makinasının SE skoru ‘1’dir. Bu durumda tam ölçek etkinliğine sahip bu ürünün girdilerini çıktılarına dönüştürmede grubunda yer alan diğer ürünlere kıyasla daha iyi performans sergilediğini söyleyebiliriz. A++ enerji sınıfındaki diğer ürünlerin büyük kısmının yüksek SE skoruna sahip olması nedeniyle, enerji etiketi beyan kaynak kullanımına ilişkin tam ölçek etkinliğine yakın bir etkinlik sergiledikleri görülmektedir. I2 ürünündeki düşük ölçek etkinliği ise dikkat çekmektedir.

3.2.3 A+++ Çamaşır Makinaları VZA Etkinlik Analiz Sonuçları

A+++ enerji sınıfındaki çamaşır makinalarının enerji etiketi beyanı ve test sonucu veri setine ait girdi ve çıktı değişkenlerine ilişkin istatistiksel bilgiler Tablo 3.12’de sunulmaktadır.

Tablo 3.12 A+++ çamaşır makinalarının enerji etiketi beyanı ve test sonucu kaynak kullanımı değerlerine yönelik etkinlik analizi girdi ve çıktı değişkenlerinin istatistiksel bilgileri

İstatistik Türü	Beyan değerler			Test sonucu değerler		
	Girdiler		Çıktılar	Girdiler		Çıktılar
	Yıllık enerji tüketimi (kWh/yıl)	Yıllık su tüketimi (lt/yıl)	Yıkama verimlilik endeksi (I_w)	Yıllık enerji tüketimi (kWh/yıl)	Yıllık su tüketimi (lt/yıl)	Yıkama verimlilik endeksi (I_w)
En Büyük Değer	239	12900	1,25	240,13	13860	1,243
En Küçük Değer	135	7700	1,03	122,63	7480	0,975
Ortalama	182,9	10450,6	1,0855	177,0115	10227,5	1,0501
Standart Sapma	26,901	1446,362	0,06194	34,486	1519,109	0,0646

3.2.3.1 CCR Modeli Kaynak Kullanımı Teknik Etkinlik ve Gelişme Oranları Analiz Sonuçları

Enerji etiketi beyan değerleri ve test sonucu değerlerine ilişkin kaynak kullanım değerlerine göre, A+++ çamaşır makinaları CCR girdi odaklı VZA modeliyle analiz edilmiş olup teknik etkinlik değerleri ve gelişme oranları tespit edilmiştir. Her iki duruma göre elde edilen sonuçlar Tablo 3.13’te sunulmaktadır.

Tablo 3.13 A+++ çamaşır makinalarının kaynak kullanımının CCR modeli ile elde edilen teknik etkinlik skorları ve gelişme oranları

Beyan değerlerine göre CCR Modeli					Test sonucu değerlerine göre CCR Modeli			
No	KVB	Teknik Etkinlik Skoru (TE _{CCR})	Girdi 1 (Yıllık enerji tüketimi)	Girdi 2 (Yıllık su tüketimi)	KVB	Teknik Etkinlik Skoru (TE _{CCR})	Girdi 1 (Yıllık enerji tüketimi)	Girdi 2 (Yıllık su tüketimi)
			Gelişme Oranı	Gelişme Oranı			Gelişme Oranı	Gelişme Oranı
1	A2	1,0000	0,00%	0,00%	G2	1,0000	0,00%	0,00%
2	G1	1,0000	0,00%	0,00%	G1	1,0000	0,00%	0,00%
3	B4	1,0000	0,00%	0,00%	P1	0,9431	-5,68%	-7,83%
4	A1	1,0000	0,00%	0,00%	A1	0,9251	-7,49%	-7,49%
5	G2	0,9854	-1,46%	-2,17%	A2	0,9119	-8,80%	-8,80%
6	P1	0,8751	-12,49%	-12,49%	B4	0,8952	-23,07%	-10,48%
7	B2	0,8710	-12,90%	-12,90%	B2	0,8408	-15,92%	-15,92%
8	L2	0,8656	-13,44%	-13,44%	E3	0,8085	-19,15%	-19,15%
9	B1	0,8282	-17,18%	-17,18%	B3	0,7965	-32,63%	-20,34%
10	B3	0,8204	-17,95%	-17,95%	L2	0,7919	-25,11%	-20,81%
11	D3	0,8160	-18,39%	-18,39%	B1	0,7667	-31,66%	-23,32%
12	A3	0,7911	-20,89%	-20,89%	D2	0,7540	-34,48%	-24,59%
13	D2	0,7623	-23,76%	-23,76%	A3	0,7429	-29,29%	-25,71%
14	E3	0,7551	-24,48%	-24,48%	L1	0,6940	-30,59%	-30,59%
15	M1	0,7438	-25,62%	-25,62%	D3	0,6647	-33,52%	-33,52%
16	L1	0,7190	-28,09%	-28,09%	M1	0,6474	-35,26%	-35,26%
17	C1	0,6920	-30,79%	-30,79%	C1	0,6257	-37,42%	-37,42%
18	D4	0,6747	-32,52%	-32,52%	D4	0,6078	-45,54%	-39,21%
19	F5	0,6353	-36,47%	-36,47%	F5	0,5819	-41,81%	-41,81%
20	J3	0,5878	-41,21%	-41,21%	J3	0,5038	-49,62%	-49,62%
Ortalama		0,821	-17,88%	-17,92%		0,775	-25,35%	-22,59%

Tablo 3.13'te yer alan A+++ çamaşır makinaları kaynak kullanımı için yapılan CCR analizi etkinlik sonuçları incelendiğinde; beyan değerlerine göre sırasıyla A2, G1, B4 ve A1 çamaşır makinalarının, test sonucu değerlerine göre ise sırasıyla G2 ve G1 çamaşır makinalarının teknik etkinlik seviyelerinin “1” olduğu görülmektedir. Ayrıca A+++ çamaşır makinalarının beyan değerlerine göre ortalama teknik etkinlik

değeri 0,821 , test sonucu ortalama teknik etkinlik değeri ise 0,775 olarak bulunmuştur.

Tablo 3.13'te sunulan potansiyel iyileşme oranları dikkate alınarak teknik etkin olmayan KVB'lerin etkinliklerinin iyileştirilmesi amacıyla CCR girdi odaklı VZA modeli analiz sonuçları değerlendirildiğinde;

Beyan değerlerine göre teknik etkin olmayan ürünlerin etkin olabilmesi;

- Girdi 1 yıllık enerji tüketimi değişkeninde hedef değerlerin gerçekleştirilmesi için %1,46 - %41,21 arasında değişen oranlarda azalmaya gidilmesiyle,
- Girdi 2 yıllık su tüketimi değişkeninde hedef değerlerin gerçekleştirilmesi için %2,17 - %41,21 arasında değişen oranlarda azalmaya gidilmesiyle mümkündür.

Test sonucu değerlerine göre teknik etkin olmayan ürünlerin etkin olabilmesi;

- Girdi 1 yıllık enerji tüketimi değişkeninde hedef değerlerin gerçekleştirilmesi için %5,68 - %49,62 arasında değişen oranlarda azalmaya gidilmesiyle,
- Girdi 2 yıllık su tüketimi değişkeninde hedef değerlerin gerçekleştirilmesi için %7,83 - %49,62 arasında değişen oranlarda azalmaya gidilmesiyle mümkündür.

3.2.3.2 BCC Modeli Kaynak Kullanımı Saf Teknik Etkinlik ve Gelişme Oranları Analiz Sonuçları

Enerji etiketi beyan değerleri ve test sonucu değerlerine ilişkin kaynak kullanım değerlerine göre, A+++ çamaşır makinaları BCC girdi odaklı VZA modeliyle analiz edilmiş olup saf teknik etkinlik değerleri ve gelişme oranları tespit edilmiştir. Her iki duruma göre elde edilen sonuçlar Tablo 3.14'te sunulmaktadır.

Tablo 3.14 A+++ çamaşır makinalarının kaynak kullanımının BCC modeli ile elde edilen saf teknik etkinlik skorları ve gelişme oranları

Beyan değerlerine göre BCC Modeli					Test sonucu değerlerine göre BCC Modeli			
No	KVB	Saf Teknik Etkinlik Skoru (PTE _{BCC})	Girdi 1 (Yıllık enerji tüketimi)	Girdi 2 (Yıllık su tüketimi)	KVB	Saf Teknik Etkinlik Skoru (PTE _{BCC})	Girdi 1 (Yıllık enerji tüketimi)	Girdi 2 (Yıllık su tüketimi)
			Gelişme Oranı	Gelişme Oranı			Gelişme Oranı	Gelişme Oranı
1	A2	1,0000	0%	0%	G2	1,0000	0,00%	0,00%
2	G1	1,0000	0%	0%	G1	1,0000	0,00%	0,00%
3	A1	1,0000	0%	0%	B4	1,0000	0,00%	0,00%
4	B4	1,0000	0%	0%	P1	0,9441	-5,59%	-7,74%
5	G2	0,985401	-1,46%	-2,17%	A2	0,9421	-5,79%	-5,79%
6	L2	0,939024	-10,73%	-6,10%	A1	0,9261	-7,39%	-22,06%
7	P1	0,898196	-10,18%	-10,18%	E3	0,8948	-10,51%	-10,51%
8	B2	0,891922	-10,81%	-10,81%	L2	0,8717	-26,26%	-12,82%
9	B3	0,872754	-12,72%	-12,72%	B3	0,8717	-17,56%	-12,82%
10	B1	0,82935	-17,07%	-17,07%	B2	0,8566	-14,34%	-14,34%
11	D3	0,821255	-17,87%	-17,87%	A3	0,8292	-21,08%	-17,07%
12	A3	0,805017	-19,50%	-19,50%	D2	0,8095	-29,66%	-19,05%
13	E3	0,800873	-19,91%	-19,91%	B1	0,7906	-29,53%	-20,93%
14	M1	0,7870	-21,30%	-21,30%	D3	0,7234	-27,66%	-27,66%
15	D2	0,7853	-21,47%	-21,47%	L1	0,6943	-30,56%	-30,56%
16	L1	0,7592	-24,08%	-24,08%	M1	0,6815	-31,85%	-31,85%
17	C1	0,7104	-28,96%	-28,96%	F5	0,6698	-33,02%	-33,02%
18	D4	0,7026	-29,74%	-29,74%	D4	0,6538	-41,42%	-34,62%
19	F5	0,6930	-30,69%	-30,69%	C1	0,6293	-37,06%	-37,06%
20	J3	0,6379	-36,21%	-36,21%	J3	0,5615	-43,85%	-43,85%
Ortalama		0,845	-15,63%	-15,44%		0,817	-20,66%	-19,09%

Tablo 3.14'te yer alan A+++ çamaşır makinaları kaynak kullanımı için yapılan BCC analizi etkinlik sonuçları incelendiğinde; beyan değerlerine göre sırasıyla A2, G1, A1 ve B4 çamaşır makinalarının, test sonucu değerlerine göre ise sırasıyla G2, G1 ve B4 çamaşır makinalarının saf teknik etkinlik seviyesinin “1” olduğu görülmektedir. Ayrıca A+++ çamaşır makinalarının beyan değerlerine göre ortalama

saf teknik etkinlik değeri 0,845 , test sonucu ortalama saf teknik etkinlik değeri ise 0,817 olarak bulunmuştur.

Tablo 3.14’te sunulan potansiyel iyileşme oranları dikkate alınarak saf teknik etkin olmayan KVB’lerin etkinliklerinin iyileştirilmesi amacıyla BCC girdi odaklı VZA modeli analiz sonuçları değerlendirildiğinde;

Beyan değerlerine göre saf teknik etkin olmayan ürünlerin etkin olabilmesi;

- Girdi 1 yıllık enerji tüketimi değişkeninde hedef değerlerin gerçekleştirilmesi için %1,46- %36,21 arasında değişen oranlarda azalmaya gidilmesiyle,
- Girdi 2 yıllık su tüketimi değişkeninde hedef değerlerin gerçekleştirilmesi için %2,17 - %36,21 arasında değişen oranlarda azalmaya gidilmesiyle mümkündür.

Test sonucu değerlerine göre saf teknik etkin olmayan ürünlerin etkin olabilmesi;

- Girdi 1 yıllık enerji tüketimi değişkeninde hedef değerlerin gerçekleştirilmesi için %5,59 - %43,85 arasında değişen oranlarda azalmaya gidilmesiyle,
- Girdi 2 yıllık su tüketimi değişkeninde hedef değerlerin gerçekleştirilmesi için %5,79 - %43,85 arasında değişen oranlarda azalmaya gidilmesiyle mümkündür.

3.2.3.3 Ölçek Etkinliği Analiz Sonuçları

Ürünlerin sahip olduğu teknik ve saf teknik etkinlikler arasında meydana gelen ölçek farklarının ortaya konulması amacıyla ölçek farkı analizleri yapılmıştır.

A+++ çamaşır makinalarının beyan ve test sonucu kaynak kullanım değerlerine ilişkin yapılan ölçek etkinliği analiz sonuçları Tablo 3.15’te sunulmuştur.

Tablo 3.15 A+++ çamaşır makinalarının beyan ve test sonucu kaynak kullanımına ilişkin ölçek etkinliği analiz sonuçları

Beyan değerlerine göre				Test sonucu değerlerine göre		
No	KVB	Ölçek Etkinliği (SE)	Ölçeğe Göre Getiri (RTS)	KVB	Ölçek Etkinliği (SE)	Ölçeğe Göre Getiri (RTS)
1	A2	1,0000	Sabit	G2	1,0000	Sabit
2	G2	1,0000	Sabit	G1	1,0000	Sabit
3	G1	1,0000	Sabit	L1	0,9995	Artan
4	B4	1,0000	Sabit	P1	0,9990	Artan
5	A1	1,0000	Sabit	A1	0,9988	Azalan
6	B1	0,9986	Azalan	C1	0,9942	Artan
7	D3	0,9937	Artan	B2	0,9815	Artan
8	A3	0,9827	Artan	B1	0,9697	Artan
9	B2	0,9765	Artan	A2	0,9680	Artan
10	P1	0,9743	Artan	M1	0,9499	Artan
11	C1	0,9741	Artan	D2	0,9314	Artan
12	D2	0,9707	Artan	D4	0,9297	Artan
13	D4	0,9604	Artan	D3	0,9189	Artan
14	L1	0,9471	Artan	B3	0,9137	Artan
15	M1	0,9450	Artan	L2	0,9083	Artan
16	E3	0,9429	Artan	E3	0,9034	Artan
17	B3	0,9401	Artan	J3	0,8973	Artan
18	L2	0,9218	Artan	A3	0,8959	Artan
19	J3	0,9215	Artan	B4	0,8952	Azalan
20	F5	0,9166	Artan	F5	0,8687	Artan
Ortalama		0,968			0,946	

Tablo 3.15’te görüldüğü üzere; A+++ çamaşır makinalarında enerji etiketi beyanı ve test sonucu kaynak kullanım değerleri dikkate alındığında; beyan değerlerine göre sırasıyla A2, G2, G1, B4 ve A1 çamaşır makinaları; test sonucu değerlerine göre ise sırasıyla G2 ve G1 çamaşır makinalarının SE skoru ‘1’dir. Bu durumda tam ölçek etkinliğine sahip bu ürünlerin girdilerini çıktılara dönüştürmede

grubunda yer alan diğer ürünlere kıyasla daha iyi performans sergilediğini söyleyebiliriz. A+++ enerji sınıfında özellikle enerji etiketi beyan kaynak kullanımına ilişkin olarak, çamaşır makinalarının büyük kısmının yüksek SE skoruna sahip olması nedeniyle tam ölçek etkinliğine yakın bir etkinlik sergiledikleri görülmektedir.

3.2.4 Gruplama Yapılmaksızın Tüm Çamaşır Makinalarının Test Sonucu Değerlerine İlişkin VZA Etkinlik Analiz Sonuçları

Test sonuçları veri setine ait gruplama yapılmadan tüm çamaşır makinalarının girdi ve çıktı değişkenlerine ilişkin istatistiksel bilgiler Tablo 3.16’da sunulmaktadır.

Tablo 3.16 Test sonucu değerlerine ilişkin gruplama yapılmaksızın tüm çamaşır makinalarının kaynak kullanımı etkinlik analizi girdi ve çıktı değişkenlerinin istatistiksel bilgileri

Gruplama Yapılmaksızın Tüm Çamaşır Makinalarına İlişkin Test Sonucu İstatistikleri	İstatistik Türü	Girdiler		Çıktılar
		Yıllık enerji tüketimi (kWh/yıl)	Yıllık su tüketimi (lt/yıl)	Yıkama verimlilik endeksi (I_w)
	En Büyük Değer	271,2	13860	1,243
	En Küçük Değer	122,63	6820	0,922
	Ortalama	190,233	10277,5	1,0365
	Standart Sapma	38,9279	1635,474	0,0594

3.2.4.1 Teknik Etkinlik, Saf Teknik Etkinlik ve Ölçek Etkinliği Analiz Sonuçları

Test sonucu değerlerine göre gruplama yapılmaksızın tüm çamaşır makinaları, kaynak kullanım değerlerine yönelik VZA yöntemiyle analiz edilmiş olup teknik etkinlik, saf teknik etkinlik ve ölçek etkinliği değerleri tespit edilmiştir.

Elde edilen sonuçların büyükten küçüğe doğru sıralanmış hali, Tablo 3.17’de sunulmaktadır.

Tablo 3.17 Gruplama yapılmaksızın test sonucu değerlerine göre analiz edilmiş tüm çamaşır makinalarına ait VZA etkinlik skorları

Test sonucu değerlerine göre gruplama yapılmaksızın tüm çamaşır makinaları									
No	KVB	Beyan Enerji Sınıfı	Teknik Etkinlik Skoru (TE _{CCR})	KVB	Beyan Enerji Sınıfı	Saf Teknik Etkinlik Skoru (PTE _{BCC})	KVB	Ölçek Etkinliği (SE)	Ölçeğe Göre Getiri (RTS)
1	G2	A+++	1,0000	G1	A+++	1,0000	G2	1,0000	Sabit
2	G1	A+++	1,0000	G2	A+++	1,0000	G1	1,0000	Sabit
3	E1	A+	0,9767	B4	A+++	1,0000	L1	0,9998	Artan
4	P1	A+++	0,9431	E1	A+	1,0000	H1	0,9997	Artan
5	H1	A+	0,9427	P1	A+++	0,9441	P1	0,999	Artan
6	A1	A+++	0,9251	H1	A+	0,9431	A1	0,9989	Azalan
7	A2	A+++	0,9119	A2	A+++	0,9323	C1	0,9977	Artan
8	B4	A+++	0,8952	A1	A+++	0,9261	B1	0,994	Artan
9	E2	A+	0,8573	E2	A+	0,8857	I2	0,9933	Artan
10	B2	A+++	0,8408	B2	A+++	0,8475	B2	0,9921	Artan
11	E3	A+++	0,8085	E3	A+++	0,8457	N1	0,9865	Artan
12	B3	A+++	0,7965	B3	A+++	0,8111	D2	0,986	Artan
13	L2	A+++	0,7919	L2	A+++	0,8074	D4	0,9856	Artan
14	D1	A++	0,7743	D1	A++	0,7919	J1	0,984	Artan
15	B1	A+++	0,7667	B1	A+++	0,7714	O1	0,9826	Artan
16	D2	A+++	0,7540	D2	A+++	0,7648	K1	0,9824	Artan
17	A3	A+++	0,7429	A3	A+++	0,7597	B3	0,982	Artan
18	O1	A+	0,7025	O1	A+	0,715	L2	0,9808	Artan
19	L1	A+++	0,6940	L1	A+++	0,6942	J2	0,9802	Artan
20	R1	A++	0,6742	D3	A+++	0,6912	F3	0,98	Artan
21	J1	A+	0,6674	R1	A++	0,69	M1	0,9792	Artan
22	D3	A+++	0,6647	J1	A+	0,6783	A2	0,9782	Artan
23	N1	A+	0,6616	N1	A+	0,6707	A3	0,978	Artan
24	K1	A+	0,6484	M1	A+++	0,6612	D1	0,9779	Artan
25	M1	A+++	0,6474	K1	A+	0,6601	R1	0,9772	Artan
26	J2	A++	0,6284	F1	A+	0,6596	E1	0,9768	Artan
27	F3	A++	0,6267	J2	A++	0,6411	E2	0,968	Artan
28	C1	A+++	0,6257	F3	A++	0,6395	I1	0,9643	Artan

29	D4	A+++	0,6078	C1	A+++	0,6272	D3	0,9618	Artan
30	I1	A++	0,5946	F5	A+++	0,6269	E3	0,9561	Artan
31	F1	A+	0,5933	D4	A+++	0,6168	F4	0,9533	Artan
32	F5	A+++	0,5819	I1	A++	0,6167	J3	0,9519	Artan
33	I2	A++	0,5763	F2	A+	0,6078	F5	0,9283	Artan
34	F2	A+	0,5539	I2	A++	0,5802	F2	0,9114	Artan
35	F4	A++	0,5234	F4	A++	0,5491	F1	0,8997	Artan
36	J3	A+++	0,5038	J3	A+++	0,5293	B4	0,8952	Azalan
Ortalama			0,7362			0,7551		0,9739	

Tablo 3.17’de yer alan çamaşır makinalarının test sonucu değerlerine göre kaynak kullanımına yönelik yapılan etkinlik analizi sonuçları incelendiğinde; G1 ve G2 amaşır makinalarının hem teknik etkinlik bakımından hem de saf teknik ve ölçek etkinliğine göre tam etkin olduğu görülmektedir. E1 ve B4 amaşır makinalarının ise sadece saf teknik etkinlik değerleri ‘1’dir. Ayrıca tüm çamaşır makinaları birlikte analiz edildiğinde ortalama teknik etkinlik değeri 0,7362 , ortalama saf teknik etkinlik değeri 0,7551 , ortalama ölçek etkinliği değerleri ise 0,9739 olarak bulunmuştur.

3.2.4.2 CCR ve BCC Modellerine Göre Gelişme Oranları Analiz Sonuçları

Tablo 3.18’de teknik etkin ve saf teknik etkin olmayan çamaşır makinalarının etkinliklerinin sağlanması için, test sonucu değerlerine ait CCR ve BCC girdi odaklı model analiz sonuçlarına göre, girdi unsurlarında gerçekleştirmeleri gereken iyileştirme oranları yer almaktadır.

Tablo 3.18 Gruplama yapılmaksızın test sonucu değerlerine ilişkin CCR ve BCC modellerine göre analiz edilmiş tüm çamaşır makinalarına ait gelişme oranları

Test sonucu değerlerine göre gruplama yapılmaksızın tüm çamaşır makinaları								
No	CCR Modeli				BCC Modeli			
	KVB	Beyan Enerji Sınıfı	Girdi 1 (Yıllık enerji tüketimi)	Girdi 2 (Yıllık su tüketimi)	KVB	Beyan Enerji Sınıfı	Girdi 1 (Yıllık enerji tüketimi)	Girdi 2 (Yıllık su tüketimi)
			Gelişme Oranı	Gelişme Oranı			Gelişme Oranı	Gelişme Oranı
1	G1	A+++	0,00%	0,00%	G1	A+++	0,00%	0,00%
2	G2	A+++	0,00%	0,00%	G2	A+++	0,00%	0,00%
3	E1	A+	-4,97%	-2,32%	B4	A+++	0,00%	0,00%
4	P1	A+++	-5,68%	-7,83%	E1	A+	0,00%	0,00%
5	H1	A+	-15,96%	-5,72%	P1	A+++	-5,59%	-7,74%
6	A1	A+++	-7,49%	-7,49%	H1	A+	-15,90%	-5,69%
7	A2	A+++	-8,80%	-8,80%	A2	A+++	-6,77%	-6,77%
8	B4	A+++	-23,07%	-10,48%	A1	A+++	-7,39%	-22,06%
9	E2	A+	-29,43%	-14,27%	E2	A+	-25,06%	-11,43%
10	B2	A+++	-15,92%	-15,92%	B2	A+++	-15,25%	-15,25%
11	E3	A+++	-19,15%	-19,15%	E3	A+++	-15,43%	-15,43%
12	B3	A+++	-32,63%	-20,34%	B3	A+++	-29,92%	-18,89%
13	L2	A+++	-25,11%	-20,81%	L2	A+++	-21,90%	-19,26%
14	D1	A++	-23,94%	-22,56%	D1	A++	-20,81%	-20,81%
15	B1	A+++	-31,66%	-23,32%	B1	A+++	-30,75%	-22,86%
16	D2	A+++	-34,48%	-24,59%	D2	A+++	-32,43%	-23,52%
17	A3	A+++	-29,29%	-25,71%	A3	A+++	-25,80%	-24,03%
18	O1	A+	-29,74%	-29,74%	O1	A+	-28,50%	-28,50%
19	L1	A+++	-30,59%	-30,59%	L1	A+++	-30,58%	-30,58%
20	R1	A++	-36,37%	-32,58%	D3	A+++	-30,88%	-30,88%
21	J1	A+	-49,63%	-33,26%	R1	A++	-33,10%	-31,00%
22	D3	A+++	-33,52%	-33,52%	J1	A+	-47,83%	-32,17%
23	N1	A+	-38,50%	-33,83%	N1	A+	-36,66%	-32,93%
24	K1	A+	-46,43%	-35,15%	M1	A+++	-33,88%	-33,88%
25	M1	A+++	-35,26%	-35,26%	K1	A+	-44,32%	-33,99%
26	J2	A++	-54,39%	-37,16%	F1	A+	-41,07%	-34,04%
27	F3	A++	-38,25%	-37,32%	J2	A++	-52,37%	-35,89%
28	C1	A+++	-37,42%	-37,42%	F3	A++	-36,05%	-36,05%
29	D4	A+++	-45,54%	-39,21%	C1	A+++	-37,28%	-37,28%
30	I1	A++	-40,53%	-40,53%	F5	A+++	-37,31%	-37,31%

31	F1	A+	-48,42%	-40,66%	D4	A+++	-43,79%	-38,32%
32	F5	A+++	-41,81%	-41,81%	I1	A++	-38,33%	-38,33%
33	I2	A++	-46,68%	-42,37%	F2	A+	-47,03%	-39,22%
34	F2	A+	-53,04%	-44,60%	I2	A++	-45,89%	-41,98%
35	F4	A++	-47,66%	-47,66%	F4	A++	-45,09%	-45,09%
36	J3	A+++	-49,62%	-49,62%	J3	A+++	-47,07%	-47,07%
Ortalama			-30,86%	-26,43%			-28,06%	-24,95%

Tablo 3.18’de sunulan potansiyel iyileşme oranları dikkate alındığında;

- Etkin olmayan KVB’ler, test sonucu değerlerine ilişkin CCR girdi odaklı VZA modeli analiz sonuçlarına göre; Girdi 1 olan yıllık enerji tüketiminde %4,97 - %54,39 arasında değişen oranlarda; Girdi 2 olan yıllık su tüketiminde ise %2,32 - %49,62 oranlarında azalmaya gitmeleriyle etkin olabileceklerdir.
- Etkin olmayan KVB’ler, test sonucu değerlerine ilişkin BCC girdi odaklı VZA modeli analiz sonuçlarına göre; Girdi 1 olan yıllık enerji tüketiminde %5,59 - %47,83 arasında değişen oranlarda, Girdi 2 olan yıllık su tüketiminde ise %5,69 - %47,07 oranlarında azalmaya gitmeleriyle etkin olabileceklerdir.

3.3 Ev Tipi Bulaşık Makinalarının Kaynak Kullanımına Dair VZA Etkinlik Analizleri

VZA uygulaması, enerji sınıfına göre 2’ye ayrılmış 27 bulaşık makinası için gruplama yapılarak ve yapılmadan, CCR ve BCC girdi odaklı modelleri üzerinden, enerji etiketi beyanı ve test sonucu verileri kullanılarak yapılmıştır. Elde edilen etkinlik analizi sonuçları tablolar aracılığıyla verilmektedir.

3.3.1 A+ Bulaşık Makinaları VZA Etkinlik Analiz Sonuçları

A+ enerji sınıfındaki bulaşık makinalarının enerji etiketi beyanı ve test sonucu veri setine ait girdi ve çıktı değişkenlerine ilişkin istatistiksel bilgiler Tablo 3.19’da sunulmaktadır.

Tablo 3.19 A+ bulaşık makinalarının enerji etiketi beyanı ve test sonucu kaynak kullanımı değerlerine yönelik etkinlik analizi girdi ve çıktı değişkenlerinin istatistiksel bilgileri

İstatistik Türü	Beyan değerler			Test sonucu değerler		
	Girdiler		Çıktılar	Girdiler		Çıktılar
	Yıllık enerji tüketimi (kWh/yıl)	Yıllık su tüketimi (lt/yıl)	Temizleme verimlilik endeksi (I _c)	Yıllık enerji tüketimi (kWh/yıl)	Yıllık su tüketimi (lt/yıl)	Temizleme verimlilik endeksi (I _c)
En Büyük Değer	295	4200	1,16	326,8	4172	1,21
En Küçük Değer	290	3920	1,12	270,44	2548	0,91
Ortalama	291,6	4130	1,1347	294,746	3449,333	1,0695
Standart Sapma	1,9493	140	0,0147	15,1932	475,886	0,0818

3.3.1.1 CCR Modeli Kaynak Kullanımı Teknik Etkinlik ve Gelişme Oranları Analiz Sonuçları

Enerji etiketi beyan değerleri ve test sonucu değerlerine ilişkin kaynak kullanım değerlerine göre, A+ bulaşık makinaları CCR girdi odaklı VZA modeliyle analiz edilmiş olup teknik etkinlik değerleri ve gelişme oranları tespit edilmiştir. Her iki duruma göre elde edilen sonuçlar Tablo 3.20’de sunulmaktadır.

Tablo 3.20 A+ bulaşık makinalarının kaynak kullanımının CCR modeli ile elde edilen teknik etkinlik skorları ve gelişme oranları

Beyan değerlerine göre CCR Modeli					Test sonucu değerlerine göre CCR Modeli			
No	KVB	Teknik Etkinlik Skoru (TE _{CCR})	Girdi 1 (Yıllık enerji tüketimi)	Girdi 2 (Yıllık su tüketimi)	KVB	Teknik Etkinlik Skoru (TE _{CCR})	Girdi 1 (Yıllık enerji tüketimi)	Girdi 2 (Yıllık su tüketimi)
			Gelişme Oranı	Gelişme Oranı			Gelişme Oranı	Gelişme Oranı
1	M1	1,0000	0,00%	0,00%	B1	1,0000	0,00%	0,00%
2	C1	1,0000	0,00%	0,00%	B3	1,0000	0,00%	0,00%
3	C2	1,0000	0,00%	0,00%	G1	1,0000	0,00%	0,00%
4	C3	0,9913	-0,86%	-0,86%	H1	1,0000	0,00%	0,00%
5	T1	0,9655	-3,45%	-3,45%	F2	0,9919	-0,80%	-0,80%
6	B2	0,9571	-4,28%	-4,28%	E2	0,9797	-2,02%	-12,50%
7	B1	0,9420	-5,80%	-5,80%	S1	0,939	-6,06%	-6,06%
8	H1	0,9413	-5,86%	-14,29%	K1	0,9328	-6,71%	-6,71%
9	K1	0,9412	-5,87%	-5,87%	B2	0,9242	-7,58%	-7,58%
10	A1	0,9381	-6,19%	-20,00%	L1	0,9170	-8,29%	-8,29%
11	F2	0,9367	-6,32%	-6,32%	C2	0,9001	-14,60%	-9,90%
12	I1	0,9367	-6,32%	-6,32%	I1	0,8898	-11,01%	-11,01%
13	A2	0,9251	-7,49%	-15,76%	T1	0,8883	-11,16%	-11,16%
14	E2	0,9219	-7,80%	-21,38%	C3	0,8863	-11,36%	-11,36%
15	B3	0,9202	-7,98%	-16,50%	A2	0,8693	-13,06%	-16,10%
16	G1	0,9200	-8,00%	-8,00%	A1	0,8183	-18,16%	-18,16%
17	J1	0,9179	-8,20%	-8,20%	M1	0,7968	-20,31%	-20,31%
18	S1	0,9174	-8,26%	-8,49%	F1	0,7949	-20,51%	-20,51%
19	L1	0,9170	-8,30%	-16,50%	E1	0,7931	-20,69%	-20,69%
20	E1	0,9057	-9,42%	-22,76%	C1	0,7617	-23,83%	-23,83%
21	F1	0,8986	-10,13%	-10,13%	J1	0,7397	-26,02%	-26,02%
Ortalama		0,942	-5,74%	-9,28%		0,896	-10,58%	-11,00%

Tablo 3.20’de yer alan A+ bulaşık makinaları kaynak kullanımı için yapılan CCR analizi etkinlik sonuçları incelendiğinde; beyan değerlerine göre sırasıyla M1, C1 ve C2 bulaşık makinalarının, test sonucu değerlerine göre ise sırasıyla B1, B3, G1 ve H1 bulaşık makinalarının teknik etkinlik seviyelerinin “1” olduğu görülmektedir.

Ayrıca A+ bulaşık makinalarının beyan değerlerine göre ortalama teknik etkinlik değeri 0,942 , test sonucu ortalama teknik etkinlik değeri ise 0,896 olarak bulunmuştur.

Tablo 3.20’de sunulan potansiyel iyileşme oranları dikkate alınarak teknik etkin olmayan KVB’lerin etkinliklerinin iyileştirilmesi amacıyla CCR girdi odaklı VZA modeli analiz sonuçları değerlendirildiğinde;

Beyan değerlerine göre teknik etkin olmayan ürünlerin etkin olabilmesi;

- Girdi 1 yıllık enerji tüketimi değişkeninde hedef değerlerin gerçekleştirilmesi için %0,86- %10,13 arasında değişen oranlarda azalmaya gidilmesiyle,
- Girdi 2 yıllık su tüketimi değişkeninde hedef değerlerin gerçekleştirilmesi için %0,86 - %22,76 arasında değişen oranlarda azalmaya gidilmesiyle mümkündür.

Test sonucu değerlerine göre teknik etkin olmayan ürünlerin etkin olabilmesi;

- Girdi 1 yıllık enerji tüketimi değişkeninde hedef değerlerin gerçekleştirilmesi için %0,80 - %26,02 arasında değişen oranlarda azalmaya gidilmesiyle,
- Girdi 2 yıllık su tüketimi değişkeninde hedef değerlerin gerçekleştirilmesi için %0,80 - %26,02 arasında değişen oranlarda azalmaya gidilmesiyle mümkündür.

3.3.1.2 BCC Modeli Kaynak Kullanımı Saf Teknik Etkinlik ve Gelişme Oranları Analiz Sonuçları

Enerji etiketi beyan değerleri ve test sonucu değerlerine ilişkin kaynak kullanım değerlerine göre, A+ bulaşık makinaları BCC girdi odaklı VZA modeliyle

analiz edilmiş olup saf teknik etkinlik değerleri ve gelişme oranları tespit edilmiştir.

Her iki duruma göre elde edilen sonuçlar Tablo 3.21’de sunulmaktadır.

Tablo 3.21 A+ bulaşık makinalarının kaynak kullanımının BCC modeli ile elde edilen saf teknik etkinlik skorları ve gelişme oranları

Beyan değerlerine göre BCC Modeli					Test sonucu değerlerine göre BCC Modeli			
No	KVB	Saf Teknik Etkinlik Skoru (PTE _{BCC})	Girdi 1 (Yıllık enerji tüketimi)	Girdi 2 (Yıllık su tüketimi)	KVB	Saf Teknik Etkinlik Skoru (PTE _{BCC})	Girdi 1 (Yıllık enerji tüketimi)	Girdi 2 (Yıllık su tüketimi)
			Gelişme Oranı	Gelişme Oranı			Gelişme Oranı	Gelişme Oranı
1	M1	1,0000	0,00%	0,00%	B1	1,0000	0,00%	0,00%
2	C1	1,0000	0,00%	0,00%	B3	1,0000	0,00%	0,00%
3	C2	1,0000	0,00%	0,00%	G1	1,0000	0,00%	0,00%
4	C3	0,9963	-0,37%	-2,78%	H1	1,0000	0,00%	0,00%
5	T1	0,9890	-1,10%	-8,33%	F2	0,9996	-0,04%	-8,47%
6	B2	0,9782	-2,17%	-8,33%	E2	0,9889	-1,10%	-20,23%
7	K1	0,9473	-5,26%	-8,33%	K1	0,9784	-2,16%	-21,83%
8	B1	0,9453	-5,47%	-5,47%	C2	0,9681	-8,24%	-3,19%
9	H1	0,9413	-5,86%	-14,29%	S1	0,9501	-4,99%	-16,42%
10	A1	0,9381	-6,19%	-20,00%	B2	0,9398	-6,02%	-8,08%
11	F2	0,9375	-6,24%	-6,24%	A2	0,9291	-7,08%	-31,75%
12	I1	0,9375	-6,24%	-6,24%	T1	0,9218	-7,82%	-23,32%
13	A2	0,9344	-6,55%	-19,05%	L1	0,9205	-7,94%	-11,89%
14	B3	0,9342	-6,57%	-21,43%	M1	0,9120	-8,79%	-12,50%
15	E2	0,9312	-6,87%	-24,44%	C1	0,9115	-8,84%	-25,41%
16	G1	0,9310	-6,90%	-8,33%	C3	0,9079	-9,20%	-19,34%
17	L1	0,9310	-6,90%	-21,43%	F1	0,9005	-9,95%	-24,17%
18	E1	0,9278	-7,22%	-26,67%	I1	0,8940	-12,30%	-10,59%
19	J1	0,9278	-7,22%	-8,06%	A1	0,8603	-13,97%	-32,92%
20	S1	0,9220	-7,80%	-10,26%	E1	0,8541	-14,58%	-35,32%
21	F1	0,9061	-9,38%	-9,38%	J1	0,8275	-17,25%	-28,35%
Ortalama		0,950	-4,97%	-10,91%		0,936	-6,68%	-15,89%

Tablo 3.21’de yer alan A+ bulaşık makinaları kaynak kullanımı için yapılan

BCC analizi etkinlik sonuçları incelendiğinde; beyan değerlerine göre sırasıyla M1,

C1 ve C2 bulaşık makinalarının, test sonucu değerlerine göre ise sırasıyla B1, B3, G1 ve H1 bulaşık makinalarının saf teknik etkinlik seviyelerinin “1” olduğu görülmektedir. Ayrıca A+ bulaşık makinalarının beyan değerlerine göre ortalama saf teknik etkinlik değeri 0,950 , test sonucu ortalama saf teknik etkinlik değeri ise 0,936 olarak bulunmuştur.

Tablo 3.21’de sunulan potansiyel iyileşme oranları dikkate alınarak saf teknik etkin olmayan KVB’lerin etkinliklerinin iyileştirilmesi amacıyla BCC girdi odaklı VZA modeli analiz sonuçları değerlendirildiğinde;

Beyan değerlerine göre saf teknik etkin olmayan ürünlerin etkin olabilmesi;

- Girdi 1 yıllık enerji tüketimi değişkeninde hedef değerlerin gerçekleştirilmesi için %0,37 - %9,38 arasında değişen oranlarda azalmaya gidilmesiyle,
- Girdi 2 yıllık su tüketimi değişkeninde hedef değerlerin gerçekleştirilmesi için %2,78 - %26,67 arasında değişen oranlarda azalmaya gidilmesiyle mümkündür.

Test sonucu değerlerine göre saf teknik etkin olmayan ürünlerin etkin olabilmesi;

- Girdi 1 yıllık enerji tüketimi değişkeninde hedef değerlerin gerçekleştirilmesi için %0,04 - %17,25 arasında değişen oranlarda azalmaya gidilmesiyle,
- Girdi 2 yıllık su tüketimi değişkeninde hedef değerlerin gerçekleştirilmesi için %3,19 - %35,32 arasında değişen oranlarda azalmaya gidilmesiyle mümkündür.

3.3.1.3 Ölçek Etkinliği Analiz Sonuçları

Ürünlerin sahip olduğu teknik ve saf teknik etkinlikler arasında meydana gelen ölçek farklarının ortaya konulması amacıyla ölçek farkı analizleri yapılmıştır. A+ bulaşık makinalarının beyan ve test sonucu kaynak kullanım değerlerine ilişkin yapılan ölçek etkinliği analiz sonuçları Tablo 3.22’de sunulmuştur.

Tablo 3.22 A+ bulaşık makinalarının beyan ve test sonucu kaynak kullanımına ilişkin ölçek etkinliği analiz sonuçları

Beyan değerlerine göre				Test sonucu değerlerine göre		
No	KVB	Ölçek Etkinliği (SE)	Ölçeğe Göre Getiri (RTS)	KVB	Ölçek Etkinliği (SE)	Ölçeğe Göre Getiri (RTS)
1	M1	1,0000	Sabit	B1	1,0000	Sabit
2	C1	1,0000	Sabit	B3	1,0000	Sabit
3	H1	1,0000	Sabit	G1	1,0000	Sabit
4	C2	1,0000	Sabit	H1	1,0000	Sabit
5	A1	1,0000	Sabit	L1	0,9961	Artan
6	F2	0,9991	Azalan	I1	0,9953	Azalan
7	I1	0,9991	Azalan	F2	0,9923	Artan
8	B1	0,9964	Azalan	E2	0,9907	Artan
9	S1	0,9950	Artan	S1	0,9886	Artan
10	C3	0,9950	Artan	B2	0,9833	Artan
11	K1	0,9935	Artan	C3	0,9762	Artan
12	F1	0,9917	Artan	T1	0,9637	Artan
13	A2	0,9900	Artan	K1	0,9534	Artan
14	E2	0,9900	Artan	A1	0,9512	Artan
15	J1	0,9893	Artan	A2	0,9356	Artan
16	G1	0,9881	Artan	C2	0,9306	Artan
17	B3	0,9849	Artan	E1	0,9285	Artan
18	L1	0,9849	Artan	J1	0,8939	Artan
19	B2	0,9784	Artan	F1	0,8827	Artan
20	E1	0,9762	Artan	M1	0,8736	Artan
21	T1	0,9762	Artan	C1	0,8356	Artan
Ortalama		0,991			0,955	

Tablo 3.22’de görüldüğü üzere; A+ bulaşık makinalarında enerji etiketi beyanı ve test sonucu kaynak kullanım değerleri dikkate alındığında; beyan değerlerine göre sırasıyla M1, C1, H1 ve C2 bulaşık makinaları; test sonucu değerlerine göre ise sırasıyla B1, B3, G1 ve H1 bulaşık makinalarının SE skoru ‘1’dir. Bu durumda tam ölçek etkinliğine sahip bu ürünlerin girdilerini çıktılarına dönüştürmede, grubunda yer alan diğer ürünlere kıyasla daha iyi performans sergilediğini söyleyebiliriz. A+ enerji sınıfı bulaşık makinalarında, özellikle enerji etiketi beyan değerlerine göre, yüksek SE skoruna sahip olunması nedeniyle tam ölçek etkinliğine yakın bir etkinlik sergilendiği görülmektedir.

3.3.2 A++ Bulaşık Makinaları VZA Etkinlik Analiz Sonuçları

A++ enerji sınıfındaki bulaşık makinalarının enerji etiketi beyanı ve test sonucu veri setine ait girdi ve çıktı değişkenlerine ilişkin istatistiksel bilgiler Tablo 3.23’te sunulmaktadır.

Tablo 3.23 A++ bulaşık makinalarının enerji etiketi beyanı ve test sonucu kaynak kullanımı değerlerine yönelik etkinlik analizi girdi ve çıktı değişkenlerinin istatistiksel bilgileri

İstatistik Türü	Beyan değerler			Test sonucu değerler		
	Girdiler		Çıktılar	Girdiler		Çıktılar
	Yıllık enerji tüketimi (kWh/yıl)	Yıllık su tüketimi (lt/yıl)	Temizleme verimlilik endeksi (I _c)	Yıllık enerji tüketimi (kWh/yıl)	Yıllık su tüketimi (lt/yıl)	Temizleme verimlilik endeksi (I _c)
En Büyük Değer	266	2800	1,17	299,89	2940	1,17
En Küçük Değer	258	2600	1,12	234,28	2408	0,92
Ortalama	262,666	2750	1,136	271,733	2692,66	1,048

Standart Sapma	2,7325	100	0,0206	22,063	213,54	0,09453
-----------------------	--------	-----	--------	--------	--------	---------

3.3.2.1 CCR Modeli Kaynak Kullanımı Teknik Etkinlik ve Gelişme Oranları Analiz Sonuçları

Enerji etiketi beyan değerleri ve test sonucu değerlerine ilişkin kaynak kullanım değerlerine göre, A++ bulaşık makinaları CCR girdi odaklı VZA modeliyle analiz edilmiş olup teknik etkinlik değerleri ve gelişme oranları tespit edilmiştir. Her iki duruma göre elde edilen sonuçlar Tablo 3.24’te sunulmaktadır.

Tablo 3.24 A++ bulaşık makinalarının kaynak kullanımının CCR modeli ile elde edilen teknik etkinlik skorları ve gelişme oranları

Beyan değerlerine göre CCR Modeli					Test sonucu değerlerine göre CCR Modeli			
No	KVB	Teknik Etkinlik Skoru (TE _{CCR})	Girdi 1 (Yıllık enerji tüketimi)	Girdi 2 (Yıllık su tüketimi)	KVB	Teknik Etkinlik Skoru (TE _{CCR})	Girdi 1 (Yıllık enerji tüketimi)	Girdi 2 (Yıllık su tüketimi)
			Gelişme Oranı	Gelişme Oranı			Gelişme Oranı	Gelişme Oranı
1	S2	1,0000	0,00%	0,00%	S2	1,0000	0,00%	0,00%
2	D1	1,0000	0,00%	0,00%	G2	0,9918	-3,98%	-0,82%
3	G2	0,9981	-0,19%	-2,69%	D2	0,9126	-8,74%	-12,22%
4	A3	0,9572	-4,27%	-5,23%	A3	0,9014	-9,85%	-13,26%
5	D2	0,9500	-5,00%	-5,23%	D1	0,8467	-17,10%	-15,33%
6	H2	0,9451	-5,48%	-5,48%	H2	0,7970	-20,95%	-20,29%
Ortalama		0,975	-2,49%	-3,11%		0,908	-10,10%	-10,32%

Tablo 3.24’te yer alan A++ bulaşık makinaları kaynak kullanımı için yapılan CCR analizi etkinlik sonuçları incelendiğinde; beyan değerlerine göre sırasıyla S2 ve D4 bulaşık makinalarının, test sonucu değerlerine göre ise S2 bulaşık makinasının teknik etkinlik seviyelerinin “1” olduğu görülmektedir. Ayrıca A++ bulaşık

makinalarının beyan değerlerine göre ortalama teknik etkinlik değeri 0,975 , test sonucu ortalama teknik etkinlik değeri ise 0,908 olarak bulunmuştur.

Tablo 3.24’te sunulan potansiyel iyileşme oranları dikkate alınarak teknik etkin olmayan KVB’lerin etkinliklerinin iyileştirilmesi amacıyla CCR girdi odaklı VZA modeli analiz sonuçları değerlendirildiğinde;

Beyan değerlerine göre teknik etkin olmayan ürünlerin etkin olabilmesi;

- Girdi 1 yıllık enerji tüketimi değişkeninde hedef değerlerin gerçekleştirilmesi için %0,19- %5,48 arasında değişen oranlarda azalmaya gidilmesiyle,
- Girdi 2 yıllık su tüketimi değişkeninde hedef değerlerin gerçekleştirilmesi için %2,69 - %5,48 arasında değişen oranlarda azalmaya gidilmesiyle mümkündür.

Test sonucu değerlerine göre teknik etkin olmayan ürünlerin etkin olabilmesi;

- Girdi 1 yıllık enerji tüketimi değişkeninde hedef değerlerin gerçekleştirilmesi için %3,98 - %20,95 arasında değişen oranlarda azalmaya gidilmesiyle,
- Girdi 2 yıllık su tüketimi değişkeninde hedef değerlerin gerçekleştirilmesi için %0,82 - %20,29 arasında değişen oranlarda azalmaya gidilmesiyle mümkündür.

3.3.2.2 BCC Modeli Kaynak Kullanımı Saf Teknik Etkinlik ve Gelişme Oranları Analiz Sonuçları

Enerji etiketi beyan değerleri ve test sonucu değerlerine ilişkin kaynak kullanım değerlerine göre, A++ bulaşık makinaları BCC girdi odaklı VZA modeliyle analiz edilmiş olup saf teknik etkinlik değerleri ve gelişme oranları tespit edilmiştir. Her iki duruma göre elde edilen sonuçlar aşağıda Tablo 3.25’te sunulmaktadır.

Tablo 3.25 A++ bulaşık makinalarının kaynak kullanımının BCC modeli ile elde edilen saf teknik etkinlik skorları ve gelişme oranları

Beyan değerlerine göre BCC Modeli					Test sonucu değerlerine göre BCC Modeli			
No	KVB	Saf Teknik Etkinlik Skoru (PTE _{BCC})	Girdi 1 (Yıllık enerji tüketimi)	Girdi 2 (Yıllık su tüketimi)	KVB	Saf Teknik Etkinlik Skoru (PTE _{BCC})	Girdi 1 (Yıllık enerji tüketimi)	Girdi 2 (Yıllık su tüketimi)
			Gelişme Oranı	Gelişme Oranı			Gelişme Oranı	Gelişme Oranı
1	S2	1,0000	0,00%	0,00%	S2	1,0000	0,00%	0,00%
2	G2	1,0000	0,00%	0,00%	G2	1,0000	0,00%	0,00%
3	D1	1,0000	0,00%	0,00%	D2	1,0000	0,00%	0,00%
4	A3	0,9884	-1,16%	-1,16%	D1	0,9296	-10,58%	-7,03%
5	D2	0,9827	-1,72%	-1,72%	A3	0,9186	-8,14%	-10,86%
6	H2	0,9771	-2,29%	-2,29%	H2	0,8455	-15,96%	-15,45%
Ortalama		0,991	-0,86%	-0,86%		0,949	-5,78%	-5,56%

Tablo 3.25’te yer alan A++ bulaşık makinaları kaynak kullanımı için yapılan BCC analizi etkinlik sonuçları incelendiğinde; beyan değerlerine göre sırasıyla, S2 G2 ve D1 bulaşık makinalarının, test sonucu değerlerine göre ise sırasıyla S2 G2 ve D2 bulaşık makinalarının saf teknik etkinlik seviyelerinin “1” olduğu görülmektedir. Ayrıca A++ bulaşık makinalarının beyan değerlerine göre ortalama saf teknik etkinlik değeri 0,991 , test sonucu ortalama saf teknik etkinlik değeri ise 0,949 olarak bulunmuştur.

Tablo 3.25’te sunulan potansiyel iyileşme oranları dikkate alınarak saf teknik etkin olmayan KVB’lerin etkinliklerinin iyileştirilmesi amacıyla BCC girdi odaklı VZA modeli analiz sonuçları değerlendirildiğinde;

Beyan değerlerine göre saf teknik etkin olmayan ürünlerin etkin olabilmesi;

- Girdi 1 yıllık enerji tüketimi değişkeninde hedef değerlerin gerçekleştirilmesi için %1,16 - %2,29 arasında değişen oranlarda azalmaya gidilmesiyle,
- Girdi 2 yıllık su tüketimi değişkeninde hedef değerlerin gerçekleştirilmesi için %1,16 - %2,29 arasında değişen oranlarda azalmaya gidilmesiyle mümkündür.

Test sonucu değerlerine göre saf teknik etkin olmayan ürünlerin etkin olabilmesi;

- Girdi 1 yıllık enerji tüketimi değişkeninde hedef değerlerin gerçekleştirilmesi için %8,14 - %15,96 arasında değişen oranlarda azalmaya gidilmesiyle,
- Girdi 2 yıllık su tüketimi değişkeninde hedef değerlerin gerçekleştirilmesi için %7,03 - %15,45 arasında değişen oranlarda azalmaya gidilmesiyle mümkündür.

3.3.2.3 Ölçek Etkinliği Analiz Sonuçları

Ürünlerin sahip olduğu teknik ve saf teknik etkinlikler arasında meydana gelen ölçek farklarının ortaya konulması amacıyla ölçek farkı analizleri yapılmıştır. A++ bulaşık makinalarının beyan ve test sonucu kaynak kullanım değerlerine ilişkin yapılan ölçek etkinliği analiz sonuçları Tablo 3.26’da sunulmuştur.

Tablo 3.26 A++ bulaşık makinalarının beyan ve test sonucu kaynak kullanımına ilişkin ölçek etkinliği analiz sonuçları

Beyan değerlerine göre				Test sonucu değerlerine göre		
No	KVB	Ölçek Etkinliği (SE)	Ölçeğe Göre Getiri (RTS)	KVB	Ölçek Etkinliği (SE)	Ölçeğe Göre Getiri (RTS)
1	S2	1,0000	Sabit	S2	1,0000	Sabit
2	D1	1,0000	Sabit	G2	0,9918	Artan
3	G2	0,9981	Artan	A3	0,9813	Artan
4	A3	0,9684	Artan	H2	0,9427	Artan
5	H2	0,9672	Artan	D2	0,9126	Artan

6	D2	0,9666	Artan	D1	0,9107	Artan
Ortalama		0,983			0,956	

Tablo 3.26’da görüldüğü üzere; A++ bulaşık makinalarında enerji etiketi beyanı ve test sonucu kaynak kullanım değerleri dikkate alındığında; beyan değerlerine göre sırasıyla S2 ve D1 bulaşık makinaları; test sonucu değerlerine göre ise S2 bulaşık makinasının SE skoru ‘1’dir. Bu durumda tam ölçek etkinliğine sahip bu ürünlerin girdilerini çıktılara dönüştürmede grubunda yer alan diğer ürünlere kıyasla daha iyi performans sergilediğini söyleyebiliriz. A++ enerji sınıfı bulaşık makinalarının büyük kısmının her iki durumda da yüksek SE skoruna sahip olması nedeniyle tam ölçek etkinliğine yakın bir etkinlik sergiledikleri görülmektedir.

3.3.3 Gruplama Yapılmaksızın Tüm Bulaşık Makinalarının Test Sonucu Değerlerine İlişkin VZA Etkinlik Analiz Sonuçları

Test sonuçları veri setine ait gruplama yapılmadan tüm bulaşık makinalarının girdi ve çıktı değişkenlerine ilişkin istatistiksel bilgiler Tablo 3.27’de sunulmaktadır.

Tablo 3.27 Test sonucu değerlerine ilişkin gruplama yapılmaksızın tüm bulaşık makinalarının kaynak kullanımı etkinlik analizi girdi ve çıktı değişkenlerinin istatistiksel bilgileri

Gruplama Yapılmaksızın Tüm Çamaşır Makinalarına İlişkin Test Sonucu İstatistikleri	İstatistik Türü	Girdiler		Çıktılar
		Yıllık enerji tüketimi (kWh/yıl)	Yıllık su tüketimi (lt/yıl)	Yıkama verimlilik endeksi (I _w)
	En Büyük Değer	326,8	4172	1,21
	En Küçük Değer	234,28	2408	0,91
	Ortalama	289,632	3281,185	1,0648
	Standart Sapma	19,137	534,546	0,0833

3.3.3.1 Teknik Etkinlik, Saf Teknik Etkinlik ve Ölçek Etkinliği Analiz Sonuçları

Test sonucu değerlerine göre gruplama yapılmaksızın tüm bulaşık makinaları, kaynak kullanım değerlerine yönelik VZA yöntemiyle analiz edilmiş olup teknik etkinlik, saf teknik etkinlik ve ölçek etkinliği değerleri tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçların büyükten küçüğe doğru sıralanmış hali, Tablo 3.28’de sunulmaktadır.

Tablo 3.28 Gruplama yapılmaksızın test sonucu değerlerine göre analiz edilmiş tüm bulaşık makinalarına ait VZA etkinlik skorları

Test sonucu değerlerine göre gruplama yapılmaksızın tüm bulaşık makinaları									
No	KVB	Beyan Enerji Sınıfı	Teknik Etkinlik Skoru (TE _{CCR})	KVB	Beyan Enerji Sınıfı	Saf Teknik Etkinlik Skoru (PTE _{BCC})	KVB	Ölçek Etkinliği (SE)	Ölçeğe Göre Getiri (RTS)
1	S2	A++	1,0000	S2	A++	1,0000	S2	1,0000	Sabit
2	G2	A++	0,9918	D2	A++	1,0000	E2	0,997	Artan
3	H1	A+	0,9676	G2	A++	1,0000	L1	0,9939	Artan
4	B1	A+	0,9549	H1	A+	1,0000	G2	0,9918	Artan
5	F2	A+	0,952	G1	A+	0,9725	B1	0,9908	Artan
6	B3	A+	0,9498	B3	A+	0,9647	S1	0,9908	Artan
7	E2	A+	0,9481	F2	A+	0,9639	F2	0,9877	Artan
8	D2	A++	0,9126	B1	A+	0,9638	B3	0,9845	Artan
9	G1	A+	0,9107	E2	A+	0,951	A3	0,9813	Artan
10	S1	A+	0,9073	D1	A++	0,9297	I1	0,9813	Artan
11	A3	A++	0,9015	K1	A+	0,9268	C3	0,9781	Artan
12	K1	A+	0,9004	C2	A+	0,9208	T1	0,9748	Artan
13	L1	A+	0,8808	A3	A++	0,9186	A1	0,9715	Artan
14	B2	A+	0,8649	S1	A+	0,9157	B2	0,9715	Artan
15	T1	A+	0,8551	B2	A+	0,8903	K1	0,9715	Artan
16	C3	A+	0,849	L1	A+	0,8862	H1	0,9676	Azalan
17	D1	A++	0,8467	T1	A+	0,8772	A2	0,9647	Artan
18	A2	A+	0,8413	A2	A+	0,872	E1	0,9613	Artan
19	I1	A+	0,8265	C3	A+	0,868	H2	0,9427	Artan
20	C2	A+	0,8205	H2	A++	0,8455	J1	0,9398	Artan
21	H2	A++	0,7971	I1	A+	0,8422	G1	0,9364	Artan

22	A1	A+	0,7917	M1	A+	0,8269	F1	0,9361	Artan
23	E1	A+	0,767	A1	A+	0,8149	C1	0,9167	Artan
24	F1	A+	0,7584	F1	A+	0,8102	D2	0,9126	Artan
25	C1	A+	0,7285	E1	A+	0,7979	D1	0,9108	Artan
26	M1	A+	0,7179	C1	A+	0,7947	C2	0,8911	Artan
27	J1	A+	0,704	J1	A+	0,7491	M1	0,8682	Artan
Ortalama			0,8646			0,9000		0,9597	

Tablo 3.28’de yer alan bulaşık makinalarının test sonucu değerlerine ilişkin kaynak kullanımı için yapılan etkinlik sonuçları incelendiğinde; S2 bulaşık makinasının hem teknik etkinlik bakımından hem de saf teknik ve ölçek etkinliğine göre tam etkin olduğu görülmektedir. G2, H1 ve D5 bulaşık makinalarının ise sadece saf etkinlik değerleri ‘1’dir. Ayrıca tüm bulaşık makinaları birlikte analiz edildiğinde ortalama teknik etkinlik değeri 0,8646 , ortalama saf teknik etkinlik değeri 0,90, ortalama ölçek etkinliği ise 0,9597 olarak bulunmuştur.

3.3.3.2 CCR ve BCC Modellerine Göre Gelişme Oranları Analiz Sonuçları

Tablo 3.29’da teknik etkin ve saf teknik etkin olmayan bulaşık makinalarının etkinliklerinin sağlanması için, test sonucu değerlerine ait CCR ve BCC girdi odaklı model analiz sonuçlarına göre, girdi unsurlarında gerçekleştirmeleri gereken iyileştirme oranları yer almaktadır.

Tablo 3.29 Gruplama yapılmaksızın test sonucu değerlerine göre CCR ve BCC modellerine göre analiz edilmiş tüm bulaşık makinalarına ait gelişme oranları

Test sonucu değerlerine göre gruplama yapılmaksızın tüm çamaşır makinaları								
No	CCR Modeli				BCC Modeli			
	KVB	Beyan Enerji Sınıfı	Girdi 1 (Yıllık enerji tüketimi)	Girdi 2 (Yıllık su tüketimi)	KVB	Beyan Enerji Sınıfı	Girdi 1 (Yıllık enerji tüketimi)	Girdi 2 (Yıllık su tüketimi)
			Gelişme Oranı	Gelişme Oranı			Gelişme Oranı	Gelişme Oranı
1	S2	A++	0,00%	0,00%	S2	A++	0,00%	0,00%
2	G2	A++	-3,98%	-0,82%	G2	A++	0,00%	0,00%
3	H1	A+	-3,24%	-27,00%	D2	A++	0,00%	0,00%
4	B1	A+	-4,51%	-16,48%	H1	A+	0,00%	0,00%
5	F2	A+	-4,80%	-21,43%	G1	A+	-7,46%	-2,75%
6	B3	A+	-5,02%	-11,64%	B3	A+	-3,53%	-9,62%
7	E2	A+	-5,19%	-36,12%	F2	A+	-3,61%	-20,00%
8	D2	A++	-8,74%	-12,22%	B1	A+	-3,62%	-15,36%
9	G1	A+	-13,21%	-8,93%	E2	A+	-4,90%	-35,84%
10	S1	A+	-9,27%	-30,20%	D1	A++	-10,58%	-7,03%
11	A3	A++	-9,85%	-13,26%	K1	A+	-7,32%	-27,24%
12	K1	A+	-9,96%	-30,22%	C2	A+	-19,31%	-7,92%
13	L1	A+	-11,92%	-27,97%	A3	A++	-8,14%	-10,86%
14	B2	A+	-13,51%	-17,95%	S1	A+	-8,43%	-29,25%
15	T1	A+	-14,49%	-31,73%	B2	A+	-10,97%	-14,44%
16	C3	A+	-15,10%	-28,37%	L1	A+	-11,38%	-27,33%
17	D1	A++	-17,10%	-15,33%	T1	A+	-12,28%	-29,16%
18	A2	A+	-15,87%	-38,75%	A2	A+	-12,80%	-35,49%
19	I1	A+	-17,35%	-20,80%	C3	A+	-13,20%	-26,03%
20	C2	A+	-25,88%	-17,95%	H2	A++	-15,96%	-15,45%
21	H2	A++	-20,95%	-20,29%	I1	A+	-15,78%	-18,61%
22	A1	A+	-20,83%	-40,12%	M1	A+	-20,99%	-17,31%
23	E1	A+	-23,30%	-41,79%	A1	A+	-18,51%	-37,57%
24	F1	A+	-24,16%	-32,99%	F1	A+	-18,98%	-26,33%
25	C1	A+	-27,15%	-37,45%	E1	A+	-20,21%	-38,38%
26	M1	A+	-28,68%	-28,21%	C1	A+	-20,53%	-29,18%
27	J1	A+	-29,60%	-36,04%	J1	A+	-25,09%	-30,08%
Ortalama			-14,21%	-23,85%			-10,87%	-18,93%

Tablo 3.29’da sunulan potansiyel iyileşme oranları dikkate alındığında;

- Etkin olmayan KVB’ler, test sonucu değerlerine ilişkin CCR girdi odaklı VZA modeli analiz sonuçlarına göre; Girdi 1 olan yıllık enerji tüketiminde %3,24 - %29,60 arasında değişen oranlarda; Girdi 2 olan yıllık su tüketiminde ise %0,82 - %41,79 oranlarında azalmaya gitmeleriyle etkin olabileceklerdir.
- Etkin olmayan KVB’ler, test sonucu değerlerine ilişkin BCC girdi odaklı VZA modeli analiz sonuçlarına göre; Girdi 1 olan yıllık enerji tüketiminde %3,53 - %25,09 arasında değişen oranlarda, Girdi 2 olan yıllık su tüketiminde ise %2,75 - %38,38 oranlarında azalmaya gitmeleriyle etkin olabileceklerdir.

SONUÇ ve DEĞERLENDİRME

Küresel rekabet ortamında sınırlı miktarlarda olan enerji ve su kaynaklarına erişim ve bu kaynakların etkin kullanımı oldukça önemlidir. Küresel ısınma, çevre kirliliği ve iklim değişikliği konuları ülkeleri, kaynakların doğru ve etkin kullanılması adına önlemler almaya zorlamaktadır. Bu kapsamda üretilen ürünlerin üretim öncesinden kullanım sonrasına kadarki yaşam döngüsünde doğa dostu olmasına özen gösterilmektedir. Eko tasarım olarak adlandırılan düzenlemeler bahsi geçen bu önlemleri her bir sektörü ayrı ayrı ele alarak belirlemektedir.

Enerji ile ilgili birçok ürün grubuna dair belirlenen eko tasarım gereklerinin, piyasada uygulanıp uygulanmadığının kontrolü faaliyetleri ise piyasa gözetim ve denetim faaliyetleri kapsamına girmektedir. PGD faaliyetleri kapsamında, piyasada yer alan söz konusu ürünlerin eko tasarım düzenlemelerine uyup uymadıklarının kontrolü; ilgili ürünlerden alınan numunelerin test ettirilmesi, yasal sınırlar içinde olmayanların piyasadan toplatılması ve bu ürünlerin üretici ve satıcılarına ciddi yaptırımların uygulanması şeklinde yürütülmektedir.

Çalışmada temel olarak; VZA uygulamasının, eko tasarım kapsamında, çamaşır ve bulaşık makinalarının performanslarını ölçmede kullanılacak bir teknik olup olamayacağının gösterilmesi hedeflenmiştir. Bu hedef doğrultusunda, aynı sektörde yer alan her bir ürünün enerji etiketi beyan ve test sonucu kaynak kullanım değerleri, CCR ve BCC girdi yönelimli modellerle VZA analizine tabi tutulmuş; teknik etkinlik, saf teknik etkinlik, ölçek etkinliği skorları ve gelişme oranları belirlenmiştir. Analizler ürünlerin durumlarını, hem kendi enerji sınıflarında

gruplandırarak hem de gruplama yapılmadan tüm enerji sınıfları içerisinde görmeyi sağlayacak şekilde yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre ürünlerin performans değerlendirilmelerinin ve kıyaslamalarının yapılmasına çalışılmıştır.

Çamaşır makinalarıyla ilgili elde edilen sonuçlara göre;

- Hem beyan hem de test sonucu kaynak kullanım değerleri dikkate alındığında, A+ çamaşır makinalarının kendi gruplarında, girdi odaklı CCR ve BCC modellerinin ikisinde birden, diğer enerji sınıfı çamaşır makinası gruplarına kıyasla, ortalama teknik etkinlik ve saf teknik etkinlik değerlerinin oldukça düşük olduğu görülmektedir. Bunun sebebi olarak; CCR modelinde beyan değerlerine göre 5, test sonucu değerlerine göre 6 ürünün, BCC modelinde ise beyan değerlerine göre 4, test sonucu değerlerine 5 ürünün ortalama etkinliklerin altında kalması gösterilebilir.

- A+ çamaşır makinaları grup olarak değerlendirildiğinde, diğer gruplara kıyasla kaynak kullanım değerlerindeki artık (slack) miktarların oldukça fazla olduğu, bu nedenle özellikle elektrik enerjisi kullanımı olmak üzere kaynak kullanımında iyileştirme oranlarının yüksek olduğu görülmektedir.

- Hem kendi grubunda beyan ve test sonucu değerlerinde, hem de test sonucu değerlerine göre tüm gruplar içerisinde A+++ enerji sınıfı G1 ve G2 ürünleriyle G markasının, çamaşır makinası sektöründe oldukça etkin olduğu görülmekte olup markanın tüketici açısından beyan değerlerinde oldukça güvenilir bir şekilde değerlendirilebileceği düşünülmektedir.

- PGD faaliyetleri açısından değerlendirildiğinde, toplam 5 adet ürünle 3 enerji sınıfında da faaliyet gösteren F markası; 2 adet A+ ve 1 adet A+++ ürününde yıkama verimlilik endeksinde, 1 adet A++ ürünle ise kullanılan su miktarında eko

tasarım şartlarını sağlamamaktadır. Yapılan VZA sonuçlarına göre ise; CCR ve BCC modellerinin ikisinde birden hem beyan hem de test sonucu değerlerine göre F markası ürünlerin, F3 modelinin kendi grubu içindeki değeri hariç, etkinlik değerleri kendi gruplarında da tüm gruplar içinde de oldukça düşüktür. Bunun temel sebebinin yıkama verimliliğindeki düşük performans olduğu görülmektedir. Bu bağlamda VZA'nın PGD sonuçlarını doğruladığı görülmektedir. Dolayısıyla F markasının üreticisinin mutlaka araştırma geliştirme faaliyetlerine yönelerek, ürettiği çamaşır makinalarının ölçeğinde, dizayn, program süresi, devir sayısı ve yük miktarında değişikliklere gitmesi gerektiği tavsiye edilebilir. Ayrıca tüketicilerin yanıltılmaması adına enerji etiketindeki kaynak kullanım değerlerinin mutlaka değiştirilmesi gerektiği düşünülmektedir.

- E1 ürünün, A+ beyan enerji sınıfında olmasına rağmen, beyan ve test sonucu değerlerine göre, oldukça az kaynak kullandığı ve eko tasarım gerekleri açısından uygun sınır değerler içerisinde yıkama verimlilik performansına sahip olduğu görülmektedir. VZA analizine göre ise saf etkinlik skorunun '1' olması nedeniyle, hem kendi grubunda hem de tüm gruplar içinde oldukça etkin bir ürün olarak öne çıkmaktadır.

- J3 ürünü A+++ beyan enerji sınıfında olmasına rağmen, grubunun en yüksek kaynak kullanım değerlerine ve eko tasarım gerekleri açısından sınırdaki yıkama verimlilik endeksi değerine sahiptir. Bu sebeple hem kendi grubunda hem de tüm gruplar içinde etkinliği en düşük üründür. J3 ürünün dizaynı ve ölçek büyüklüğü mutlaka yeniden gözden geçirilmeli, tüketicileri yanıltabilecek beyan enerji sınıfı düzeltilmelidir.

- Genel olarak gruplama yapılmaksızın test sonucu değerlerine göre etkinlik değerleri dikkate alındığında ise, eldeki örneklem kümesi çerçevesinde en etkin grubun A+++, daha sonra A+ ve en son A++ enerji sınıfı olduğu görülmektedir. Buradan varsayımla; A+ enerji sınıfından A++ enerji sınıfına geçiş sürecinde yeterli teknolojik değişikliklerin yapılmadığı ve kaynak kullanım değerleri kadar yıkama verimliliğine dikkat edilmediği sonucunu çıkartılabilir. Yine bu nedenle çamaşır makinası sektörünün A++’dan A+++ grubuna geçerken, makina dizaynında köklü teknolojik değişikliklere gitmiş olduğu yorumunu yapmak mümkündür.

- Veri seti dahilinde analiz edilen çamaşır makinelerinden A++ enerji sınıfındaki ürünlerin, diğer tüm enerji sınıfı ürünlere kıyasla hem eko tasarım gereklerini karşılama yönünden hem de göreceli etkinlik yönünden daha başarısız bulunduğu söylenebilir.

Bulaşık makinalarıyla ilgili elde edilen sonuçlara göre;

- Eko tasarım gerekleri açısından değerlendirildiğinde; 21 adet A+ bulaşık makinasının, C1, C2, F1, M1 ürünleri olmak üzere 4 adedi temizleme verimlilik endeksinden, C3 ürünü elektrik enerjisi kullanımından, J1 ise hem elektrik enerjisi kullanımı hem de temizleme verimlilik endeksi yönünden tolerans değerleri dışında görülmektedir. Aynı şekilde 6 adet A++ bulaşık makinasında ise, tebliğ tolerans değerlerine göre; D1 ve D2 ürünleri temizleme verimlilik endeksine, H2 ise elektrik enerjisi kullanımına uygun değildir.

- Özellikle çalışma kapsamındaki A+ bulaşık makinelerindeki göreceli etkinlikte beyan değerler ile test sonucu değerler sıralaması arasında ciddi farklılıklar bulunmaktadır. Ayrıca, hem girdi odaklı CCR modeli hem de BCC modeli göreceli

etkinlik ortalamaları, A+ bulaşık makinalarında A++ bulaşık makinalarına oranla daha düşük gözükmemektedir. Bu bağlamda genel olarak A+ bulaşık makinalarının enerji etiket değerlerinde ciddi düzeltmeler yapılması gerektiği söylenebilir.

- C markasının analize dahil edilen 3 farklı ürününün beyan ve test sonucuna göre etkinlik sıralamalarında önemli farklılıklar olduğu gözlemlenmektedir. Ayrıca test sonuçlarına göre, C markası ürünlerin hem kendi gruplarında hem de tüm gruplar içinde etkinlikleri oldukça düşüktür. C markasının bulaşık makinalarının üretiminde; hem kaynak kullanım değerlerinde, hem de kullanılan kaynağı çıktıya dönüştürerek iyi bir temizleme performansı sunabilmek adına program süreleri ve makina anma kapasitelerinde ciddi değişikliklere gitmesi önerilebilir.

- D markasının A++ enerji sınıfı 2 adet bulaşık makinasıyla, kısmi de olsa yüksek enerji sınıflarını hedeflediği gözlemlenmektedir. Markanın D1 ve D2 ürünleri için eko tasarım gerekleri açısından uygun hale gelebilmek ve göreceli etkinliğini hem kendi grubunda hem de tüm gruplarda yükseltmek için, temizleme performansını daha da yükseltebilecek uygulamalar yapmasının ve ölçeklerini artırıcı düzenlemelere gitmesinin oldukça yerinde olacağı değerlendirilmektedir.

- F markasının F1 ürünü için yıkama program sürelerini ve su kullanım değerlerini F2 ürününe benzetmesinin ve ayrıca aynı ürünün ölçeğinde artışa gitmesinin göreceli etkinliğe ulaşmasında fayda sağlayacağı düşünülmektedir.

- Hem kendi grubunda hem de tüm gruplar içerisinde S2 ürününün, beyan değerlerine göre de test sonucu değerlerine göre de girdilerini çıktılarına dönüştürmede daha başarılı olduğunu, yani kaynaklarını etkin kullandığını söylemek mümkündür.

- Özellikle test sonucu değerlerine göre kendi grubunda da tüm gruplar içerisinde de en etkin olmayan ürün J1 ürünüdür. J1 ürününün kaynak kullanım değerlerinde ciddi azalmaya gitmesi gerektiği söylenebilir.

- Genel olarak bulaşık makinası sektöründe A++ ürünlerin, eko tasarım gerekleri açısından temizleme performansında ufak iyileştirmelere gitmesiyle göreceli etkinliklerini daha da yükseltebilecekleri değerlendirilmektedir.

Çalışma kapsamında yalnızca eldeki verilere dayanılarak çamaşır ve bulaşık makinalarına ait göreceli etkinlikler belirlenmiş olsa da; VZA çalışmalarında toplam ürün etkinliğinin belirlenmesinde birçok etmenin dikkate alınmasının gerektiği düşünülmektedir. Bu etmenler; çamaşır makinaları için sıkma verimlilik sınıfı, iç ve dış ortam gürültü seviyesi, kalan nem oranı, yıkama kapasitesi ve program süresi iken; bulaşık makinaları için ise kurutma verimlilik endeksi, yemek seti kapasitesi, program süresi ve gürültü seviyesidir. Eko tasarım kapsamında daha sağlıklı değerlendirmeler yapabilmek adına, PGD otoritesinin, ürün üzerinde gerçekleştirilen testleri; yıllık enerji ve su tüketimi ile yıkama ve temizleme verimlilik endeksleri testleri ile sınırlamaması, özellikle gürültü seviyeleri ile kurutma verimliliklerinin de teste tabi tutulmasını istemesinin yerinde olacağı değerlendirilmektedir.

Çalışmadan da görüleceği üzere; ürünlere ait enerji etiketi beyan değerleri, genellikle tebliğ sınır değerlerine denk gelmekte ve bu yönden birçok marka-model birbirleriyle benzerlik göstermektedir. Ancak bu marka-modellerin test sonucu değerleri bir o kadar farklı olabilmektedir. Her ne kadar özellikle çamaşır makinası sektöründe ürünlerin tebliğ sınırları dahilinde bulunma durumu daha yüksek olsa da, hem çamaşır makinası hem de bulaşık makinası sektörü için ürünlerin enerji

etiketlerinde düzeltmelere gidilmesi, tüketicinin tercihini yanılmadan yapabilmesi ve haksız rekabetin önlenmesi açısından oldukça önem arz etmektedir. Elektrik enerjisi ve su kullanım değerlerinin tek başlarına değerlendirildiklerinde yanıltıcı olabileceği düşünüldüğünde; yasal düzenlemelere öncelikle enerji etiketlerine çamaşır makinaları için yıkama verimlilik endeksinin eklenmesi, bulaşık makinaları için ise temizleme verimlilik endeksinin eklenmesinin yerinde olacağı değerlendirilmektedir. Ayrıca talep eden tüketiciye, teknik dosyadaki bilgilerin sunulmasının da yerinde olacağı söylenebilir. Bu tarz bir düzenlemeyle tüketicilerin de ürünlere olan algıları sadece elektrik enerjisi kullanım değerine göre belirlenen EEI ile sınırlanmayacak; ürünlerin su kullanımı ve temizleme performanslarının da değerlendirmeye başlanmasıyla satın alma sürecinde daha doğru kararlar verilebilecektir.

PGD otoritesinin piyasada en çok tercih edilen ürünlere dair test kuruluşundan aldığı detaylı raporlara dayanarak göreceli bir etkinlik analizi yapmasının ve bunu üreticilerle paylaşmasının faydalı olacağı düşünülmektedir. Buna göre üreticiler de diğer marka ve modellerde kıyaslandıklarında piyasadaki durumlarını görebilecek ve buna istinaden hangi parametrelerde ne kadar iyileşmeye gidebileceklerini değerlendirebileceklerdir.

Ayrıca çamaşır ve bulaşık makinaları için, parametrelerin öncelikli önem derecelerine göre dikkate alındığında belirlenecek yeni bir etkinlik sembolünün ürünler üzerinde bulundurulmasının yerinde olacağı düşünülmektedir.

PGD faaliyetleri kapsamında alınan numunelerin beyan değerlerinin ve test sonuçlarının tebliğ kapsamında değerlendirilmesinin yanı sıra göreceli olarak sektör

bazlı bir VZA analizine tabi tutulması, yıllık bazda planlama yapılırken kamu otoritesine yol gösterici olabileceği gibi; bu analizin, bulunan değerlere göre nasıl bir eko tasarım denetim yaklaşımının benimseneceğine karar verilmesinde, zaman ve işgücü tasarrufu yönünden fayda sağlayabileceği düşünülmektedir.



KAYNAKÇA

Avrupa Birliği Bakanlığı, (2010), “Avrupa 2020 Stratejisi: Akıllı, Sürdürülebilir ve Kapsayıcı Büyüme İçin Avrupa Stratejisi”, **Özet Bilgi Notu**, Ankara.

Ayanoğlu, Y., Atan, M., Beylik, U., (2010), “Hastanelerde Veri Zarflama Analizi (VZA) Yöntemiyle Finansal Performans Ölçümü ve Değerlendirilmesi”, **Sağlıkta Performans ve Kalite Dergisi**, S.2, s.40-62.

Aydemir, Z.C., (2002), “Bölgesel Rekabet edebilirlik Kapsamında İllerin Kaynak Kullanım Görece Verimlilikleri: Veri Zarflama Analizi Uygulaması”, **DPT Yayınları**, No:2667.

Banker, R., Charnes, A., Cooper, W. W., (1984), “Some Models For Estimating Technical And Scale Inefficiencies In Data Envelopment Analysis”, **Management Science**, 30(9), s.1078-1092.

Barbero S., Cozzo B., Tamborrini P., (2009), **Eco-Design**, Ullmann, Mishawaka, U.S.A.

Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı (BSTB), (2014), “Sanayi Ürünleri Güvenliği ve Denetimi Stratejisi ve Eylem Planı (2015-2018)”, <http://sug.sanayi.gov.tr/Files/Documents/20152018-sanayi-urunleri9122014101303.pdf>

Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı (BSTB), (2016), Sanayi Genel Müdürlüğü, “Beyaz eşya Sektörü Raporu”, **Sektörel Raporlar ve Analizler Serisi**, <http://sgm.sanayi.gov.tr/DocumentList.aspx?catID=6869&moduleID=6&lng=tr>

Bonaglia, F., Goldstein, A., Mathews, J., (2007), “Accelerated Internationalization by Emerging Markets Multinationals: The Case of the White Goods Sector”, **Journal of World Business**, C.42, S.4, s.369-383.

Boussofiane, A., Dyson, R., Rhodes, E., (1991), “Applied Data Envelopment Analysis”, **European Journal of Operational Research**, Vol.52, No.6, s.1-15.

Camoto, F., Rebellatto D., Rocah, R., (2016), “Energy Efficiency Analysis of BRICS Countries: A Study Using Data Envelopment Analysis”, **Gest. Prod., São Carlos**, Vol. 23, No.1, s.192-203

Charnes, A., Cooper, W.W., Rhodes, E. (1978), “Measuring the Efficiency of Decision Making Units”, **European Journal of Operational Research**, Vol..2, No.6, s.429-444.

Charnes, A., Cooper, W.W., Rhodes, E. (1981), “Evaluating Program and Managerial Efficiency: An Application of Data Envelopment Analysis to “Program Follow Through”, **Management Science**, Vol.27, No.6, s.668-697.

Charnes, A., Cooper, W.W., Lewin, A.Y, Seiford, L.M., (1994), **A Data Envelopment Analysis, Theory, Methodology and Applications**, Kluwer Academic Publishers, Massachusetts.

Chauhan, N. S., Mohapatra, P. K. J., Pandey, K. P., (2006), “Improving Energy Productivity in Paddy Production Through Benchmarking- An Application of Data Envelopment Analysis”. **Energy Conversion and Management**, Vol.47, No.9-10, s.1063-1085.

Coelli, T.J., Rao, D.S.P., O’donnell, C.J., Battese, G.E., (2005), **An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis**, Second Edition, USA, Springer.

Cooper, W.W., Seiford, L.M. ve Tone, K. (2002), **Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software**, Kluwer Academic Publishers, Boston.

Cooper, W.W., Seiford, L.M. ve Zhu, J. (2011), “Data Envelopment Analysis: History, Models and Interpretations”, **Handbook on Data Envelopment Analysis**, Second Edition, USA, Springer, s.1-39.

Cui, Q., Li, Y., (2015), "Evaluating Energy Efficiency for Airlines: An Application of VFB-DEA", **Journal of Air Transport Management**, Elsevier, Vol.44, s.34-41.

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, (2011), “Eko Tasarım”, **Sürdürülebilir Üretim ve Tüketim Yayınları IV**, Ankara.

Demircioğlu Y., Tokur N., (2013), “Artık Verimlilik de Güvenlik Kadar Önemli”, **Anahtar Dergisi**, Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı S.292.

Dinçer, E. (2008), “Veri Zarflama Analizinde Malmquist Endeksiyle Toplam Faktör Verimliliği Değişiminin İncelenmesi ve İMKB Üzerine Bir Uygulama”, **Marmara Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi**, C.25, S.2.

Doğan N. O., Tuğcu C. T., (2015), “Energy Efficiency in Electricity Production: A Data Envelopment Analysis (DEA) Approach for the G-20 Countries”, **International Journal of Energy Economics and Policy, Econjournals**, Vol.5(1), s.246-252.

Dyson, R.G., Allen, R., Camanho, A.S., Podinovski, V.V., Sarrico, C.S., Shale, E.A., (2002), “Pitballs and Protocols in DEA”, **European Journal of Operational Research**, Vol.132(2), s.245-259.

Farrell, M.J. (1957), “The Measurement of Productive Efficiency”, **Journal of the Royal Statistical Series A (General)**, Vol.120(3), s.253-290.

Gök., O. E., (2014), “Piyasa Gözetimi ve Denetiminde (PGD) İyi Uygulama Örneklerinin İncelenmesi: Yeni Yaklaşımlar Çerçevesinde AB Ülke Modelleri İle Türkiye Modelinin Kıyaslanması”, **Uzmanlık Tezi**, Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı.

Gökçe, G., (2014), “Piyasa Gözetimi ve Denetimi ve Türkiye’deki Mevcut Durum”, **Anahtar Dergisi**, Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, S.312.

Gökgöz, F. (2009), “Veri Zarflama Analizi ve Finans Alanına Uygulanması”, **Ankara Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Yayınları**, No:597.

Gökgöz, F., (2010a), “Financial Efficiency Analysis for the Mutual Funds in Turkish Capital Markets”, ICBME 2010, **Yasar University Conference Proceedings**, s.1-17.

Gökgöz, F., (2010b), “Measuring The Financial Efficiencies and Performances of Turkish Funds”, **Acta Oeconomica**, Vol.60, No.3, s.295–320.

Heidari, M. D., Omid M., Akram, A., (2011), “Optimization of Energy Consumption of Broiler Production Farms Using Data Envelopment Analysis Approach”, **Modern Applied Science**, Vol.5, No.3.

Honma, S., Hu, J. (2008), "Total-Factor Energy Efficiency of Regions in Japan", **Energy Policy**, Vol.36(2), s.821-833.

Hui, S. C., Wan, M. C. (2013), “Study of Hotel Energy Performance Using Data Envelopment Analysis”, **12. International Conference on Sustainable Energy Technologies**, Hong Kong.

Jenkins, L., Anderson, M. (2003), “A Multivariate Statistical Approach to Reducing the Number of Variables in Data Envelopment Analysis”, **European Journal of Operational Research**, Vol.147, s.51-61.

Karacabey, A. A., (2001), **Veri Zarflama Analizi**, Ankara Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Gelişme ve Toplum Araştırmaları Merkezi Tartışma Metinleri, S.33, Ankara.

Karacabey, A. A., Gökgöz, F., (2010), “Türk Reel Sektörü için Karşılaştırmalı Etkinlik Ölçümü: Veri Zarflama Analizi Uygulaması”, **İstatistik Araştırma Dergisi**, C.7, S.1, s.100-116.

Khoshroo, A., Mulwa, R., (2014), “Improving Energy Efficiency Using Data Envelopment Analysis: A Case of Walnut Production, Managing Service Productivity”, **International Series in Operations Research & Management Science**, Vol.215.

Koçak, E. (2014), “OECD Ülkelerinin Sağlık Hizmetlerine İlişkin Etkinlik Analizleri”, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.

Norman, S.M., Stoker, B., (1991), **Data Envelopment Analysis: The Assessment of Performance**, John Wiley, New York.

Onut, S., Soner, S., (2006), “Energy efficiency assessment for the Antalya Region hotels in Turkey”, **Energy and Buildings**, S.38, s.964–971.

Özkul, M., (2011), “Türkiye Ekonomisinde Beyaz Eşya Sektörünün Önemi”, **Ekonomik Yaklaşım**, C.22, S.78, s.119-136.

Öztürk, A. B., (2016), “Beyaz Eşya Sektörü”, **Türkiye İş Bankası İktisadi Araştırmalar Bölümü**.

Prokopenko, J., (1998), **Verimlilik Yönetimi**, MPM Yayınları, No.476, Ankara.

Ramanathan, R., (2000), “A Holistic Approach to Compare Energy Efficiencies of Different Transport Modes”, **Energy Policy**, Vol.28, No.11, s.743-747.

Schischke K., Hagelüken M., Steffenhagen G., “An Introduction to EcoDesign Strategies – Why, What and How?”, **Fraunhofer IZM**, Berlin, Germany, <http://www.ecodesignarc.info/>

Tarım, A., (2001), “Veri Zarflama Analizi Matematiksel Programlama Tabanlı Görelî Etkinlik Ölçümü Yaklaşımı”, **T.C. Sayıştay Yayınları**, 1. Basım, Ankara.

Ulucan, A., (2000), “Şirket Performanslarının Ölçülmesinde Veri Zarflama Analizi Yaklaşımı: Genel ve Sektörel Bazda Değerlendirmeler”, **Hacettepe Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, C.18, S.1, s.405-418.

Vassiloğlu, M., Giokas, G., (1990), “A Study of the Relative Efficiency of Bank Branches: An Application of Data Envelopment Analysis”, **Journal of Operational Research Society**, Vol.14(7), s.591-597.

Wang, K., (2015), “Energy Efficiency Index via Data Envelopment Analysis (DEA): Methodology and Application”, **Sustainability of Energy Systems, Handbook of Clean Energy Systems**, Vol. 6, 3033-3049.

Yaşar, O., (2010), “Türkiye’de Beyaz Eşya Sanayi”, **Marmara Coğrafya Dergisi**, S.21, s. 150-185, İstanbul.

Yolalan, R. (1991), “Parametresiz Etkinlik Ölçütleri ve Veri Zarflama Analizi”, **I. Verimlilik Kongresi Bildiriler**, MPM Yayınları, No.454, Ankara.

Yolalan, R. (1993), “İşletmeler Arası Göreli Etkinlik Ölçümü”, **MPM Yayınları**, No.483, Ankara.

Zhou, P., Ang, B. W., Poh, K. L., (2008), “A Survey of Data Envelopment Analysis in Energy and Environmental Studies”, **European Journal of Operational Research**, Vol.189, No.1, s.1-18.

ÖZET

Günümüzde iklim değışikliğı ile mücadele kapsamında enerji verimliliğı çalışmaları oldukça hız kazanmıştır. Bu faaliyetler, Avrupa Birliğı tarafından çıkarılan ve eko-tasarım adı verilen düzenlemelerle yasal zemine kavuşturulmuştur. Ülkemiz de AB'ye katılım sürecinde bu düzenlemeleri yakından takip etmekte ve çıkardığı yönetmelik ve tebliğlerle AB ile eş zamanlı hareket etmeye özen göstermektedir.

Bu çalışmada, veri zarflama analizi (VZA) uygulaması için, beyaz eşya sektörü 6 ana ürün grubu içerisinde değlendirilen çamaşır makinalarından A+, A++, A+++ enerji sınıflarından değışik sayılarda 36 adet; bulaşık makinalarından ise A+ ve A++ enerji sınıflarından 27 adet ürün dikkate alınmıştır. Uygulamada girdi yönelimli CCR ve BCC modelleri tercih edilmiş olup enerji etiketi beyan ve test sonucu değlerine göre ayrı ayrı etkinlik analizleri yapılmıştır. Girdi bileşenlerini yıllık bazda tüketilen elektrik enerjisi ve su miktarları oluştururken; çıktılar çamaşır makinası için yıkama verimlilik endeksi, bulaşık makinası için ise temizleme verimlilik endeksidir. Ürün grubu bazında ürünlerin, hem kendi enerji sınıflarındaki diğer ürünlere kıyasla hem de tüm enerji sınıfları içerisinde görelî etkinlikleri belirlenmiştir.

Eko tasarım mevzuatı kapsamında değlendirildiğinde çamaşır makinalarındaki yasal uyumluluk, bulaşık makinalarına oranla daha yüksek görölmektedir. Çamaşır makinalarında genel olarak yüksek teknolojiye uygunluğun A+++ enerji sınıfı ürünlerle sağlandığı; ancak A++ enerji sınıfında ölçek ve teknik

etkinlikte diğerk enerji sınıflarına kıyasla sıkıntı yaşandığı söylenebilir. Bulaşık makinalarında ise özellikle A+ ürünlerin beyan ve test sonucu değerlerine göre görelİ etkinliklerinin oldukça farklılık gösterdikleri dikkat çekmektedir. Ayrıca bulaşık makinaları için teknolojik iyileştirmelerin A++ enerji sınıfında henüz tam karşılığının alınmadığı, düşük temizleme verimlilik endekslerine bakılarak söylenebilir.

Anahtar kelimeler: Beyaz eşya, bulaşık makinası, çamaşır makinası, eko tasarım, enerji etkinliği, piyasa gözetim ve denetimi (PGD), veri zarflama analizi (VZA).



ABSTRACT

Today, energy efficiency studies within the scope of combating climate change have gained speed. These activities called eco design regulations have been brought to the legal basis by the European Union. Our country closely follows these legislations in the EU accession process and takes care to act simultaneously with the EU by adjusting and publishing these legislations.

In this study, for the application of data envelopment analysis (DEA), 36 products from washing machines which are in A+, A++ and A+++ energy classes and 27 products from dishwashers which are A+ and A++ energy classes were taken into consideration from the 6 main products of household appliances sector. In the application input-oriented CCR and BCC models were preferred and relative efficiency analyzes were made according to the energy label declarations and test results values. While the inputs are electric energy and water amounts consumed in a year, the outputs are washing efficiency index for washing machines and cleaning efficiency index for dishwashers. The relative efficiencies of the products on basis of product groups were determined both in comparison with their own energy class and within all energy classes.

When assessed within the scope of eco design legislation, legal compliance in washing machines is higher than in dishwashers. It can be said that generally high technological suitability in washing machines is provided with A+++ energy class products, but in terms of scale and technical efficiency products in A++ energy class have suffered in comparison with other energy classes. It is noteworthy that the

relative efficiencies of dishwashers, especially of A+ products, differ significantly according to their declaration and test result values. Furthermore, by looking at low cleaning efficiency indices, it can be said that technological improvements made for dishwashers in the A++ energy class are not yet sufficient enough.

Keywords: Data envelopment analysis (DEA), dishwashers, eco design, energy efficiency, household appliances, market surveillance and inspection, washing machines, white goods.



EK-1



T.C.
BİLİM, SANAYİ VE TEKNOLOJİ BAKANLIĞI
Sanayi Ürünleri Güvenliği ve Denetimi Genel Müdürlüğü

Sayı : 61490551 - 599-E.41142
Konu : Ürün Güvenliği ve Denetim İle İlgili
Diğer İşler

03/11/2016

Sayın Ahmet Eren TOPCU
Sanayi ve Teknoloji Uzmanı

İlgi : Ahmet Eren Topcu'nun 27/10/2016 tarihli dilekçesi

İlgide dilekçeniz ile, 2015 yılı sonu itibariyle sona eren, Küresel Çevre Fonu (GEF) destekli, Bakanlığımızın da tarafı olduğu **"Türkiye'de Enerji Verimli Cihazların Piyasa Dönüşümü Projesi (EVÜ dP)"** nin ürün gruplarından olan çamaşır ve bulaşık makinalarına ait beyan ve test sonucu verilerinin, yüksek lisans tez çalışmanızda kullanılmasına yönelik izin talep edilmektedir.

Bu kapsamda, çamaşır ve bulaşık makinalarına ait beyan ve test sonucu verilerinin, marka-model ismi belirtmeden, tamamen bilimsel amaçla yüksek lisans tez çalışmasında kullanılmasına yönelik talebiniz uygun görülmüş olup, söz konusu verilerin marka-model isimleri harf ve numaralarla kodlanarak sıralanmış hali yazı ekinde tarafınızla paylaşılmaktadır.

Bilgilerinizi rica ederim.

Prof. Dr. İbrahim KILIÇASLAN
Genel Müdür V.

Ek:

1. Çamaşır makinası verileri
2. Bulaşık makinası verileri

**"Bu belge, güvenli elektronik imza ile
imzalanmıştır."**

Mustafa Kemal Mahallesi Dumlupınar Bulvarı
Eskişehir Yolu 2151.Cadde No:154 06510
Çankaya /ANKARA

☎ 03122015408

✉ onur.aslan@sanayi.gov.tr

Evrak bilgisine www.sanayi.gov.tr adresindeki

erişebilirsiniz.nxuhq150CA52

☎ 03122015464

☎ www.sanayi.gov.tr

e-hizmetler bölümünden, "nxuhq150CA52" DYS No ve evrak tarihi ile

ÇAMAŞIR MAKİNASI VERİLERİ									
Sıra No	Ürün	Beyan Değerler				Test Sonucu Değerler			
		EEI	Enerji verimlilik sınıfı	Yıllık enerji tüketimi (kWh/yıl)	Yıllık su tüketimi (lt/yıl)	EEI	Yıllık enerji tüketimi (kWh/yıl)	Yıllık su tüketimi (lt/yıl)	Yıkama verimlilik indeksi (lw)
1	A1	42,02	A+++	160	9020	38,6	147,07	9680	1,121
2	A2	31,56	A+++	135	9900	31	132,4	10120	0,996
3	A3	44,9	A+++	192	10120	41	173,06	9020	1,007
4	B1	45,59	A+++	195	10800	45,3	193,8	9460	1,09
5	B2	36,7	A+++	157	10560	34,2	146,36	11000	1,015
6	B3	36,9	A+++	175	9400	39	185,23	8580	1,027
7	B4	45,8	A+++	196	8400	46	196,33	9240	1,243
8	C1	44,45	A+++	211	12320	45,2	214,51	12320	1,105
9	D1	50,95	A++	194	10000	42,8	163,6	8800	1,024
10	D2	44,9	A+++	192	11000	45	194,18	9240	1,047
11	D3	27	A+++	166	11900	30	182,45	11440	0,999
12	D4	45,1	A+++	214	12000	49	233,17	11440	1,045
13	E1	55,11	A+	158	7260	44,6	128	6820	1,001
14	E2	58,13	A+	194	8800	51	170,81	7700	0,992
15	E3	44,89	A+++	192	10120	35,1	150,08	8800	0,999
16	F1	52,1	A+	223	10532	51	217,2	10340	0,922
17	F2	58,6	A+	278	12254	51	241,66	11220	0,934
18	F3	50,3	A++	215	11660	48	203,88	11000	1,036
19	F4	51,4	A++	244	12056	48,6	230,62	13860	0,994
20	F5	45,5	A+++	216	12254	43	203,59	11220	0,975
21	G1	41,5	A+++	158	7700	35,9	136,58	7480	1,124
22	G2	32	A+++	137	10120	29	122,63	9900	1,012
23	H1	58,67	A+	182	8800	52,3	162,23	7920	1,122
24	I1	51,6	A++	245	12254	44	208,37	11880	1,02
25	I2	51,47	A++	244	12056	52,1	247,5	12540	1,086
26	J1	58,9	A+	252	10500	59	250,17	10340	1,037
27	J2	51,9	A++	271	12900	52	271,2	10780	1,018
28	J3	45,81	A+++	239	12900	46	240,13	13860	0,996
29	K1	58,5	A+	250	10224	55	233,4	10560	1,029
30	L1	41,29	A+++	196	11300	40,6	192,84	11440	1,102
31	L2	41,4	A+++	177	8200	39	165,67	8580	1,021
32	M1	43,7	A+++	187	11099	47	200,26	11000	1,067
33	N1	53,5	A+	254	11660	43,7	207,47	10560	1,05
34	O1	58,4	A+	195	10560	54	180,53	11220	1,0446
35	P1	38,11	A+++	163	9899	30,4	129,89	10730	1,011
36	R1	50,7	A++	193	9994	50,3	191,54	9900	1,003

BULAŞIK MAKİNASI VERİLERİ									
Sıra No	Ürün	Beyan Değerler				Test Sonucu Değerler			
		EEI	Enerji verimlilik sınıfı	Yıllık enerji tüketimi (kWh/yıl)	Yıllık su tüketimi (lt/yıl)	EEI	Yıllık enerji tüketimi (kWh/yıl)	Yıllık su tüketimi (lt/yıl)	Temizleme verimlilik indeksi (lc)
1	A1	62,98	A+	291	4200	68,6	317,03	4144	1,08
2	A2	62,8	A+	290	3920	63,4	292,83	3976	1,06
3	A3	55,9	A++	262	2800	61	286,16	2940	1,11
4	B1	63	A+	291	3360	60,1	277,45	3136	1,14
5	B2	58,84	A+	276	3360	61,9	290,2	3024	1,08
6	B3	62,6	A+	289	3920	59,3	274,06	2912	1,12
7	C1	59,09	A+	273	3360	64,2	296,68	3416	0,93
8	C2	61,68	A+	285	2520	63,8	294,73	2632	0,94
9	C3	59,1	A+	273	3360	65,2	301,11	3528	1,1
10	D1	55,46	A++	264	2600	57,1	271,93	2632	0,97
11	D2	55,5	A++	264	2800	49,2	234,28	2408	0,92
12	E1	62,98	A+	291	4200	68,9	318,15	4144	1,05
13	E2	62,98	A+	291	4200	61,5	284,35	4172	1,16
14	F1	62,81	A+	299	3360	63,1	300,31	3360	0,98
15	F2	62	A+	295	3080	58	275,86	3304	1,13
16	G1	62,77	A+	290	3360	58,5	270,44	2548	1,01
17	G2	55,8	A++	258	2800	57,6	266,23	2548	1,1
18	H1	62,8	A+	290	3920	62,9	290,61	3808	1,21
19	H2	55,88	A++	266	2800	63	299,89	2940	1,02
20	I1	62,9	A+	295	3080	66,6	312,12	3220	1,11
21	J1	62,98	A+	291	3350	70,7	326,8	3556	0,99
22	K1	61,7	A+	285	3360	60,3	278,76	3556	1,08
23	L1	62,8	A+	290	3920	65,7	303,43	3668	1,15
24	M1	55,9	A+	270	3080	61,4	296,51	2912	0,91
25	S1	62,89	A+	295	3640	62,3	292,01	3752	1,14
26	S2	55,9	A++	262	2772	58	271,91	2688	1,17
27	T1	59,1	A+	273	3360	64,1	296,24	3668	1,09